RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 19 gennaio 1913.

F. D' Ovidio Vicepresidente.

MEMORIE E NOTE
DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Geologia. — *L'arcipelago di Malta.* Nota II del Socio C. De Stefani.

Disposizioni ed età degli strati terziarii.

Come si vede, gli orizzonti da me stabiliti sono più particolareggiati ed alquanto più numerosi di quelli riconosciuti dal Fuchs e successivamente ammessi dagli altri. Nell'insieme però, stratigraficamente, e paleontologicamente, essi formano un tutto inscindibile, ed in questa idea mi avvicino alle opinioni di Spratt, Adams e Cooke, piuttosto che a quella del Fuchs. Invero, gli strati non hanno uno spessore uniforme, ma sono piuttosto masse prevalentemente marnose, nelle quali alternano ripetutamente lenti argillose di variabili dimensioni, con intercalazioni e sovrapposizioni di calcari a *Nulliporae* secondo lo stato del fondo marino.

La scogliera del calcare a *Nulliporae* ha una direzione meridiana. Riunendo le zone 3 e 7 con brevi intercalazioni di marne, e meno ancora di argille, essa occupa la parte orientale di Gozo, fondata sulle argille n. 2, troncata dal mare verso E, passante a marne e argille verso il mare, allora più profondo ad O, e ricoprendo pur ivi di lieve mantello tutti gli altri strati, allorchè il fondo, pel riempimento formato da essi, divenne più alto.

A sud di Gozo, nella parte occidentale di Malta, la scogliera fondata su marne con lievi alternanze argillose, molto calcaree ad O. meno calcaree

ad est, si attenuava per via dei fondali leggermente aumentati, e solo per l'ulteriore empimento di questi li copriva con mantello uniforme. La scogliera è troncata dalla denudazione ad E, fa passaggio alla marne calcaree ad ovest.

In generale sembra che durante il periodo di deposizione di questi terreni il livello dei mari nella regione rimanesse quasi stazionario, verificandosi solo lento riempimento, e conseguente diminuzione di fondali per opera degli scarsi depositi terrosi allotigeni e principalmente per l'accumularsi dei microrganismi autigeni animali e vegetali.

Nell'insieme i terreni si sono poi sollevati nella stessa posizione reciproca nella quale si erano depositati; cioè presso a poco orizzontalmente, quasi che l'emersione avesse avuto luogo per abbassamento del mare, piuttosto che per sollevamento di terre. Nondimeno, alcune ondulazioni, forse pur esse originali, si possono osservare nei varî sensi. In Gozo, gli strati più antichi, gli unici assai spostati, appaiono ad E., e quelli sovrastanti si innalzano verso O, e scendono poi nell'insieme leggermente a S-O e a N-E, quasi che l'isola rispondesse a un debole anticlinale dilungato da O-N O. a E-S E. Nello stesso tempo, almeno due ampie ondulazioni aventi direzione presso a poco ortogonale alla precedente, cioè con l'asse maggiore diretto da E ad O, si manifestano.

La più settentrionale è fra la pendice S di Gozo e quella N di Malta, lungo le quali si notano fugacemente sul mare le argille n. 2, e potrebbe credersi che lo Stretto, fra Malta e Comino, rispondesse all'erosione del leggerissimo anticlinale di quelle argille. L'altra, a raggio ancora più ampio, è in Malta fra le colline delle Torri l'Ahmar a N della Baia di Mellieha o della Salina, e le più alte colline calcaree situate fra le Baie di Fomm ir Rih e della Maddalena. Anche in questa ondulazione le argille n. 2, con varî strati di marna intercalata, formano lo strato inferiore, e parimenti scompaiono regolarmente, con leggerissima pendenza, sotto i calcari n. 3.

Una debole piega secondaria è formata dai calcari n. 3 della Vittoriosa, sopra i quali si adagiano le marne n. 4 scendenti con leggera pendenza a N-O, verso il Porto Grande di Valletta, le cui origini, come quella delle insenature vicine, non sono facili a spiegare; non si potrebbe ricorrere al concetto di una formazione per antiche valli sommerse, poichè non v'è alcuno indizio della prosecuzione delle medesime in mare. Forse potrebbe spiegarle la abrasione di strati d'argilla n. 5, sovrastanti alle marne, dei quali però non è rimasta alcuna traccia. Del resto il Porto di Malta somiglia a quello di Brindisi, aperto in terreni litologicamente simili, ma di età diversa.

Il Murray, seguìto da Cooke, Gulia ed altri, secondo il vecchio concetto dei geologi, pone, come si disse, linee di grandiose faglie ovunque dirupi di rocce diverse sovrincombano ad altre più basse (*Grand Fault* di Malta fra le Baie di Fomm ir Rih e della Maddalena; faglie di S. Paolo

e quelle della Mellieha nella parte settentrionale di Malta), o anche là dove per semplici rapporti stratigrafici vengono a contatto terreni diversi (Grand Fault di Gozo): ma, come già si disse, l'esame delle linee di contatto non giustifica quel modo di vedere. Bensì lungo i littorali in Gozo ad O intorno a Cala Dueira, nell'estremo S-E fra la Baia di Migiarro e Ras il Cala dove lo scoglio detto la Gebla tac Cimul è costituito da calcari n. 3, franati a fianco di quelli del n. 2: in Malta a N-E, fra le baie della Mellieha e di S. Paulo, dove strati di calcari n. 3 sono, in più tratti, scoscesi di fianco alle argille n. 2 minate dal mare; ad O nei colli di Ben Gemma ed in altri punti, per la corrosione marina delle coste, si formano frane, talora ragguardevoli, con relativi scoscendimenti e faglie locali. Ciò prescindendo dalle solite faglie parziali, alte qualche metro, le quali si trovano in tutti gli strati, anche nell'interno.

I terreni descritti furono considerati appartenere al Terziario, e segnatamente al Miocene. Secondo il Fuchs, gli strati da me indicati coi numeri 1, 2, 3, 4 apparterrebbero alla parte inferiore del Miocene: anzi i calcari nn. 1, 3 sarebbero attribuiti al Miocene inferiore od Oligocene, come quelli di Castelgomberto e Sangonini nel Vicentino, di Dego, Carcare, Belforte in Liguria; mentre le marne n. 4 sarebbero messe al pari degli strati di Schio, cioè dell'Aquitaniano. Gli altri terreni sarebbero messi nel Miocene medio o superiore che dir si voglia; e, più precisamente, le argille n. 2, unite a quelle n. 5, nel *Tortoniano*, alla pari delle argille di Baden nel Viennese; le sabbie verdi n. 6 sono equiparate alle sabbie di Neudorf e Pötzleinsdorf nel Viennese, ed i calcari n. 7 al calcare della *Leitha* nel Bacino di Vienna o piano *Elveziano*. Più tardi il Fuchs, fondandosi sull'*Aturia Aturi* e sul *Pecten denudatus Reuss*, forse una delle tante forme del suo *P. Koheni*, ovunque comune in Malta, equipara le argille n. 5, e quelle n. 2 ad esse riunite allo *Schlier* o *Langhiano*, che sarebbe la parte inferiore del Miocene medio; ma osservisi intanto che parte di quelli strati sta sotto ai supposti Oligocene e Aquitaniano dello stesso autore. Siffatta divisione di piani non mi sembra dunque accettabile nella sua integrità.

Che il calcare inferiore n. 1 di Ras il Kala appartenga all'Oligocene ovvero al piano di Schio, non si può per ora affermare: ma tutti gli strati sovrastanti appartengono ad una medesima età geologica, cioè al Miocene detto medio da alcuni, superiore da altri.

Pure il Duncan, studiando i coralli di Malta, li attribuì tutti al Miocene superiore. Infatti le argille n. 2, sottostanti alle marne ed a calcari che il Fuchs riteneva Oligocenici, contengono già quel *Pecten Koheni* Fuchs che insieme con le sue molteplici variazioni (*P. De Stefanii* Ugolini, *P. Pasinii* Meneghini, *P. flabellum* Ug., *P. Vinassai* Ug., *P. Manassei* Ug., e forse anche *P. placenta* Fuchs indicato dall'A. pure a Malta) si ripete negli strati superiori fino alle argille n. 6, e contraddistingue anche altrove il Miocene

che io ed altri diciamo medio, e precisamente la plaga del *Langhiano*, nome al quale i geologi francesi, per insufficiente cognizione dei terreni delle Langhe e del resto d'Italia, hanno sostituito quello di *Burdigaliano*, plaga cioè di mare profondo da 300 a 1000 *fathoms* secondo il Murray. Inoltre nelle stesse argille n. 2 il Fuchs cita fossili di pretta plaga *Tortoniana*, cioè di zona pelagica non molta profonda, fra i 50 e i 300 *fathoms*; sebbene poi egli ultimamente equipari le dette argille allo *Schlier* del bacino di Vienna: cioè pure al *Langhiano*. A maggiore ragione sono da equiparare allo *Schlier* o *Langhiano*, non già all'*Aquitaniano* come fa il Fuchs, le marne successive n. 4: anzi il Gregory ha affermato che i numerosi Echini, trovati in queste, hanno molti caratteri a comune con lo *Schlier* del Bacino di Vienna e d'Italia. Come poi ha mostrato lo Stefanini (1), neanche può accettarsi l'attribuzione all'Aquitaniano riservata dal Gregory per la parte inferiore delle marne stesse.

La diversità della roccia marnosa o argillosa dipende, sembra, dalla eccessiva abbondanza delle foraminifere nelle marne, dalla relativa scarsità nelle argille, ma in parte da minor profondità del mare. Terreni assolutamente identici alle marne Maltesi per carattere litologico e per fossili si trovano nel Langhiano del Leccese in Puglia, ed in Sardegna, e si ripetono insieme con tutti gli altri strati Maltesi nel triangolo S-E della Sicilia. Così nel Tortoniano di Calabria, delle Romagne, dell'Emilia, di Toscana, del Piemonte, dei dintorni di Vallona in Albania, troviamo argille e fossili identici specialmente a quelli del n. 2 di Malta.

I calcari n. 3, che già vedemmo star sopra, non già sotto alle argille n. 2 del Langhiano o Tortoniano, almeno per quanto risguarda le località di Ben Gemma e di Forte Ricasoli, non appartengono all'Oligocene, bensì all'Elveziano.

Le sabbie verdi a *Heterostegina* e *Globigerinae* n. 6 fanno già passaggio alla zona *Elveziana* e si potrebbero paragonare ai conglomerati serpentinosi delle colline di Superga presso Torino; come i calcari a *Nulliporae* superiori n. 7 e quelli inferiori n 3, equiparati dal Fuchs al *Leythkalk*, sono tipici rappresentanti della plaga *Elveziana* appartenente alla zona delle *Laminariae*, originata a profondità di 20 a 50 *fathoms*, e sono paragonabili in gran parte, p. es., ai calcari di Rosignano e delle Parrane nei Monti Livornesi.

Prescindendo dai calcari inferiori n. 1, si avrebbe così, secondo lo schema dei geologi sistematici, una alternativa di piani *Tortoniano* con passaggio a *Langhiano* o *Burdigaliano* (n. 2), *Elveziano* (n. 3), *Langhiano* (n. 4), *Langhiano* con passaggio al *Tortoniano* (n. 5), *Elveziano* di nuovo (nn. 6 e 7). Questa successione, come già ho dimostrato altrove per tante altre regioni,

(1) G. Stefanini, *Echinidi del Miocene medio dell'Emilia*. (*Palaeontographia Italica*, vol. XV, 1909, pag. 105, nota 1ª).

non è quella teoretica, la quale supporrebbe il passaggio, dal basso all'alto, del *Langhiano*, all'*Elveziano*, al *Tortoniano*.

Ricordiamo, però, che le scogliere a *Lithothamnium* dell'*Elveziano* durarono nei bassi fondi per quasi tutto il periodo degli strati miocenici Maltesi, e che ad esse segnano passaggio e si interpongono lateralmente gli strati *Langhiani* e *Tortoniani* depositati a profondità maggiori: la quale circostanza non era completamente sfuggita nemmeno al Fuchs. Si ha quindi anche in questo fatto una riprova che quei piani teoretici stabiliti dagli autori, principalmente sull'esempio del Mayer, sono semplici *facies* di profondità marittima diverse, fra loro equivalenti e che possono essersi succedute in ordine diverso, secondo le circostanze morfologiche, batometriche e topografiche.

La determinazione dell'età fatta col mezzo degl'invertebrati marini risponde a quella che si può fare per mezzo dei vertebrati. Pur lasciando i Pesci, le cui specie si estendono ad ampio spazio e a tempi geologici assai lunghi, e lasciando le Foche, gli *Hoplocetus*, gli *Zeuglodon*, le due specie di *Tomistoma* (*champsoides* Owen, *gandense* Hulke) fossili nelle marne, alcuni dei quali sono distintivi del *Langhiano* del Leccese e di Sardegna, il *Mastodon angustidens* Cuv. ritenuto tale con dubbio da Leith-Adams, ma con certezza, come egli mi disse, dal Forsyth-Major, delle stesse marne designa in Europa i piani superiori del Miocene medio a Sansan nell'Orleanese, in Ungheria.

Lo stesso *Procerorolus* o *Dicroceras* delle sabbie verdi del Ghelmus a Gozo è un tipo proprio dei più alti strati del Miocene, medio.

Ecco perciò l'ordine degli strati di Malta, quale è da me proposto, cominciando dall'alto:

7. Calcari superiori a *Nulliporae*. Elveziano.
6. Sabbie verdi. Elveziano.
5. Argille turchine superiori. Langhiano con passaggio al Tortoniano.
4. Marne a *Globigerinae*. Langhiano.
3. Calcari inferiori a *Nulliporae Amphisteginae* e *Orbitoides*. Elveziano.
2. Argille turchine inferiori. Tortoniano con passaggio al Langhiano.
1. Calcari inferiori di Ras il Kala. Aquitaniano od Elveziano.

Terreni recenti.
Supposta recente unione di Malta con altre terre.

Mancano nelle isole terreni rappresentanti del Pliocene.

Parimente terreni Postpliocenici marini emersi non se ne conoscono, ad eccezione delle recentissime alluvioni e dei depositi di dune talora con frammenti di molluschi marini mescolati a conchiglie terrestri all'uscita

delle più basse vallette, ad oriente di Malta, alla Marsa e nelle valli quasi palustri del suo estremo settentrionale; ma la facile disgregabilità delle rocce e gli appicchi prodotti dal rapido addentrarsi del moto ondoso spiegano a sufficienza la mancanza di depositi marini recenti, sollevati a formar corona intorno al Gruppo. Infatti le prove di arretramento delle pendici di fronte al mare se ne trovano dovunque; ma non sono così probanti gli scarsi indizî di una recente o attuale depressione del suolo citati dal Murray e da altri, come l'esistenza di cavità supposte artificiali sotto il livello del mare a Marsa Scirocco nell'estremo meridionale di Malta.

La corrosione marina con molto maggiore efficacia, data la grande lunghezza del tempo trascorso, potrebbe spiegare la mancanza della corona di terreni Pliocenici attorno a Malta, come intorno alle isole di Sardegna e di Corsica, le quali pure si ergevano in mezzo ad un mare Pliocenico attestato dai depositi che si trovano ad una certa distanza nelle adiacenti isolette. Tutto al più, la mancanza di depositi Pliocenici sopragiacenti al Miocene potrebbe far ritenere che le isole del Gruppo Maltese, come certamente la Corsica e la Sardegna, nei loro limiti attuali fossero completamente emerse e asciutte sopra il Mare Pliocenico.

Se sono sconosciuti strati marini del Postpliocene, abbondano invece nelle caverne, nelle brecce, nella terra rossa superficiale (*tal hamri*), fossili terrestri del Postpliocene antico, cioè Molluschi per lo più frammentizî, Rettili (una grande Lucertola, due Testuggini d'acqua dolce, una delle quali gigantesca), qualche Anfibio, Uccelli (*Cygnus Falconeri* e parecchi altri), *Arvicolae*, Roditori grossi almeno quanto una lepre, Ippopotami e specialmente Elefanti nani (*E. Mnaidrensis* Leith-Adams, *E. Melitensis* Falconeri *E. Falconeri* Busk, ritenuto una varietà del precedente) alti fra uno e due metri, che il Pohlig ritiene essere semplice razza dell' *E. antiquus* Falc., attestanti l'esistenza di terre emerse e di stagni probabilmente littorali. Di carnivori si trovano resti incerti, attribuiti ad un *Ursus* e ad un Canide; così fra gli erbivori si trovarono solo resti di un piccolo Cervo ritenuto il *C. barbarus*, e si trovarono in strati recenti, probabilmente contemporanei all'uomo preistorico come contemporanei furono forse anche i mammiferi precedenti.

Durante la mia permanenza era stata scoperta alla Seiba fra Krendi e Imkabba o Micabba, presso altri luoghi ossiferi già noti, una fessura piena di frantumi rocciosi e di terra rossa nelle marne, con ossa di *Elephas, Mioxus, Cygnus Falconeri*, falangi della gigantesca *Testudo*.

Probabilmente durante il Miocene medio i fondali rispondenti allo odierno gruppo Maltese, e così quelli simili della Sicilia meridionale dai quali sorgevano le eruzioni basaltiche della Val di Noto, si presentavano in mezzo al Mediterraneo con estensione per lo meno doppia della terra Maltese odierna, presso a poco come oggi si presentano il Banco dell'Adventure

e quelli, un poco più fondi, di Medina e Skerki fra la Sicilia e l'Africa, degradando a maggiori profondità verso l'esterno.

Infatti, doppio della periferia odierna delle isole è il banco che oggi si estende a profondità di 50 fathoms a est dell'isola principale.

È verosimile che questo banco risponda ad un terrazzamento o piattaforma sottomarina, prodotta dall'avanzarsi dell'erosione marina a scapito di una terra avente precedentemente l'estensione dell'odierno basso-fondo.

Dal Miocene medio in poi, senza calcolare eventuali oscillazioni avvenute nei tempi geologici intermedii, una emersione di almeno 827 piedi (La Maddalena presso Casal Dingli) più 50 fathoms, costituita da reale sollevamento del suolo o in parte forse da depressione dell'Oceano, ha rialzato la regione.

Questa emergeva almeno durante il Postpliocene, avvicinandosi pure forse ad altri banchi così emersi o ad isolotti vulcanici verso la Sicilia.

La terra Postpliocenica, per lo meno doppia dell'attuale, avrebbe albergato i grossi Vertebrati terrestri notati in Malta, ed una vegetazione atta a sostentarli, favorita da alquanto maggiore umidità di clima e da precipitazioni acquee poco più abbondanti di quelle odierne.

Nelle brecce e nelle caverne sono talora ghiaie alluvionali, tutte di origine locale, ma scarse e non accennanti a corsi d'acqua ragguardevoli provenienti più o meno da lontano. Specialmente Gozo presenta solchi vallivi abbastanza profondi, per via della natura delle rocce assai facilmente erodibili; ma tutti hanno rispondenza nelle piccole colline delle due isole, e non accennano a provenienza di fuori. La stessa morfologia non dà indizio che l'estensione della terra Postpliocenica fosse tanto maggiore di quella attuale.

Ammettono tutti la riunione del gruppo Maltese con l'Africa e con la Sicilia, e la supposizione fondano sull'estensione dei bassi-fondi intermedii a quelle regioni e sulla Fauna dei grossi vertebrati e specialmente sui Mammiferi postpliocenici. Ma per attribuire a corrosione di una precedente terraferma e ad un terrazzamento l'origine dei fondali di 100 fathoms che uniscono Malta alla Sicilia, cioè ai terreni Miocenici aventi eguale natura del Capo Passero, e in generale, del Siracusano, le difficoltà sono ben maggiori di quelle occorrenti a spiegare l'erosione dei fondi di 50 fathoms circostanti a Malta.

Quei geologi che prestano fede alle faglie chilometriche ed agli sprofondamenti, cui altri oggi sostituisce sistemi altrettanto iperbolici: quelli, una volta stabilita un'idea, trovano facilmente il modo di comprovarla. Ma chi si attiene a metodo più positivo procede più cauto ed ammette per lo meno l'incertezza e l'ignoranza quando una osservazione diretta non rafforzi la ipotesi.

Se nel Gruppo non si trovano terreni marini pliocenici e postpliocenici, se ne trovano però tutto intorno: costeggiano tutta la Mauritania, e la Libia; circondano tutta la Sicilia, della quale solo si può ritenere emergessero come isole alcune coste settentrionali, e coprono quasi tutta la parte meridionale di questa. Anche recentemente il Nelli (1) notava che Lampedusa è formata da depositi organogenici, prettamente marini, di basso-fondo lontano da spiaggie, del postpliocene inferiore.

Si può dubitare dunque che Malta e Gozo fossero già emerse nel Pliocene, e che fossero più estese d'ora; ma si deve escludere che mai fossero unite alla Sicilia, ancora non esistente, o all'Africa. Bensì esistevano forse altri gruppi di isolotti sedimentarî o vulcanici intermedî.

Come è da aspettarsi, la flora attuale, salvo qualche rara varietà, è comune con le regioni Mediterranee vicine. Così dicasi degl'insetti e in generale della scarsa fauna introdotta volontariamente o involontariamente, ovvero portata con facili mezzi di trasporto dall'uomo dopo la distruzione della fauna locale. Nondimeno sono peculiari al gruppo per massima parte i molluschi, essendochè sieno sedentarî e meno facilmente soggetti ad esser trasportati da un luogo all'altro. Questo isolamento delle forme sedentarie indigene attuali è indizio di non recente isolamento geografico.

Peculiari all'isola furono quasi tutti i vertebrati fossili nel Postpliocene. La scarsità di erbivori mostra che la vegetazione arborea era poco fiorente, come oggi, per la scarsità delle pioggie, sebbene forse minore d'oggi, e di acque fuori delle paludi littorali attestate da testuggini d'acqua dolce e da anfibii. La grande scarsità di felini, è in rapporto con la rarità di erbivori e con le grandi dimensioni di roditori i quali, come oggi i conigli, vivono anche là dove non sono acque correnti. L'*Hippopotamus Pentlandi* Mayer fu rinvenuto fossile su presso che tutti i littorali circummediterranei, ed il più piccolo *H. melitensis* F. Major fu trovato in Creta. Si tratta di specie che vivevano evidentemente sul mare, buone nuotatrici, atte a recarsi, in circostanze favorevoli, da un'isola all'altra. Così dovrebbe dirsi del *Cygnus Falconeri* cui sarebbero da paragonare i *Cygnus* trovati nel postpliocene della Campagna romana e, sebbene in terreni più recenti, in Liguria.

Dei due Elefanti nani continentali, discendenti dalle specie plioceniche, l'*E. melitensis* fu trovato anche in Sicilia: ma sono varietà dell'*E. antiquus*, che si estese dall'Europa alle Indie, diventate localmente nane per l'isolalamento. I due *Mioxus*, per converso, assai grossi, e, come i *Myolagus* sardo-corsi, discendenti, a traverso il Pliocene, da tipi miocenici, sono speciali all'isola.

Se durante il Postpliocene vi fosse stata qualche comunicazione col continente Europeo, sia pure con la Sicilia, con Creta, col continente Africano,

(1) B. Nelli, *Il postpliocene di Lampedusa.* (Boll. d. Soc. geol. N. XXX, 1912, p. 815.

non sarebbero mancati esemplari di quella fauna quaternaria così distintiva che fu comune ed i cui discendenti in gran parte sono ancora comuni a tutte le terre continentali circummediterranee, salvo là dove la presenza dell'uomo la ha limitata o fatta scomparire. Invece la presenza di quelle specie esclusive e la mancanza delle altre comuni è proprio la conferma del perfetto isolamento del gruppo Maltese, già provato dalle altre circostanze. Le dette specie, sia nell'ingrandimento delle une, sia nel rimpiccolimento delle altre, accennano alla loro volta che le terre Maltesi nel Postpliocene non dovevano essere eccessivamente più estese di oggi. La derivazione da tipi pliocenici, di quelle specie Maltesi autonome, come tante specie sardo-corse che rimontano fino al Miocene, confermano pur forse che quelle terre già emergevano durante il Pliocene.

Per qual via poi, in tempi pliocenici, così lontani, simili tipi di Vertebrati possano esser venuti ad abitare terre nuovamente emergenti dal mare, senza necessità che quelle terre fossero direttamente connesse con altri Continenti dei quali non si ha traccia, questo è un problema risolubile in molti modi, ma non in modo tale da uscire dal campo delle semplici ipotesi non suscettibili di prova diretta.

Morfologia.

Carattere delle coste di tutto il Gruppo è quello di essere ripidissime, sovente come muri a picco creati dall'uomo: e ciò si deve alla corrosione marina attivissima assai più di ogni altra causa devastatrice. Ne conseguono la ripidezza e la relativa profondità di ogni vallecola o *Uied* più esterna; lo che è pure, secondo me, in rapporto col sollevamento permanente piuttosto che con un abbassamento di tutto il gruppo, ad onta del continuo arretramento delle coste medesime.

La morfologia interna di Gozo è assai diversa da quella di Malta, a cagione della assai maggiore estensione ed altezza degli strati argillosi n. 5, tanto più facilmente erodibili degli altri.

Gli strati, che sono orizzontali in ambedue le isole, in Gozo sono suddivisi da ampie ma talora assai precipitose e strette valli, quali in Malta si trovano quasi solo limitate alla periferia. I colli di Gozo hanno perciò l'aspetto dei *toneri* di Sardegna, delle *ambe* Abissine e delle *kalaat* di Tunisia. Per via della più profonda erosione, il paesaggio ha un aspetto che i geologi, direbbero *vecchio*, ma il geografo Davis *giovanile*. Invece Malta coi suoi strati assai più compatti ha, nell'insieme, aspetto più pianeggiante: serba cioè, dopo la lunghissima età geologica del Postpliocene, quell'aspetto di *peneplaine*, che non fu in tal caso, come vuole il Davis, l'ultimo risultato della azione delle forze distruggitrici atmosferiche ma il punto di partenza di una terra novellamente emersa. Da quel primitivo *peneplaine* si allontanò e si

allontana sempre più Gozo, non già vi si avvicina, come crederebbero i geografi seguaci del Davis. Le differenze litologiche e morfologiche portano pure notevoli differenze nell'agricoltura e nell'aspetto del paesaggio sempre verde e lieto nelle stagioni opportune in Gozo, d'apparenza secca e deserta in Malta.

Sulle superficie dei calcari, ma pure delle marne, tanto calcarifere e tanto porose e permeabili, si verificano nelle isole fenomeni carsici importanti, sebbene non tanto estesi e più superficiali che non nei calcari del Carso Istriano e d'altrove, anche per la assai maggiore scarsità presente — parrebbe, anche passata — delle precipitazioni acquee.

Dove il calcare è più compatto, la superficie è conformata a *Karren*. Le cavità circolari nelle marne presso il mare della Makluba a Crendi in Malta e di Calavad Dueira in Gozo, descritte da Spratt e da altri, hanno probabilmente origine carsica, sebbene si tratti di rocce non esclusivamente calcaree, quindi, non eccessivamente permeabili; come ha origine carsica la gola del Caura presso Ras di Dueira, traversata dalla riunione di tre brevi ma profondissimi solchi vallivi presso la loro uscita nel mare, e molte delle caverne e fessure nelle marne e nei calcari che ricettarono brecce ossifere del Postpliocene (1).

(1) Questo vidi a Malta da geologo, ma non mi passaron d'occhio altre cose che hanno rapporti stretti con la geografia, benchè solo apparentemente lontanissimi da la geologia: cioè le città, che sono le più meridionali prettamente europee, e la civiltà cittadina e lo stile rinascimento della Valletta prettamente italiani, e il popolo delle campagne, unico popolo arabo di religione rigorosamente cattolica, parlante l'unico dialetto arabo rappresentato da caratteri romani, con suolo, clima, modi di raccolta dell'acqua, di coltivazione e, credo io, con tradizionali costumanze civili e giuridiche prettamente arabe, ma adatte alla coltura ed alla civiltà europea, anzi italiana, fonti di nuove ed inesauribili ricerche e comparazioni all'accurato indagatore.

Matematica. — *Sopra le funzioni permutabili di 2ª specie.* Nota del Corrispondente G. Lauricella.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Matematica. — *Sopra un nuovo aspetto della formula integrale di Fourier.* Nota del dott. Luciano Orlando, presentata dal Corrispondente A. Di Legge.

In un manoscritto inedito dell'ing. G. Giorgi e della sig.na L. Pisati (1) è contenuto un metodo molto intuitivo per giungere alla formula integrale di Fourier. Consideriamo la nota relazione

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-y\lambda^2}\, d\lambda = \sqrt{\frac{\pi}{y}}\,.$$

In base a questa, se $\varphi(o)$ rappresenta una costante, possiamo subito scrivere

$$\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(o)\, e^{-y\lambda^2}\, d\lambda = \varphi(o)\, \sqrt{\frac{\pi}{y}}\,.$$

Ora consideriamo l'integrale

$$\mathrm{I} = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\lambda)\, e^{-y\lambda^2}\, d\lambda\,,$$

e l'espressione $\mathrm{I}\sqrt{y} - \varphi(o)\sqrt{\pi}$; quest'espressione vale

$$\sqrt{y} \int_{-\infty}^{\infty} [\varphi(\lambda) - \varphi(o)]\, e^{-y\lambda^2}\, d\lambda\,,$$

cioè anche

$$\sqrt{y} \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} [\varphi(\lambda) - \varphi(o)]\, e^{-y\lambda^2}\, d\lambda + \sqrt{y} \int_{-\infty}^{-\varepsilon} [\varphi(\lambda) - \varphi(o)]\, e^{-y\lambda^2}\, d\lambda + \\ + \sqrt{y} \int_{\varepsilon}^{\infty} [\varphi(\lambda) - \varphi(o)]\, e^{-y\lambda^2}\, d\lambda\,.$$

Con larghissime condizioni relative a $\varphi(\lambda)$ per $\lambda = \pm\infty$, i due ultimi termini sono infinitesimi per $y = \infty$. Circa il primo termine, supponendo la continuità di $\varphi(\lambda)$ per $\lambda = 0$, si può scrivere la seguente relazione

$$\left| \sqrt{y} \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} [\varphi(\lambda) - \varphi(o)]\, e^{-y\lambda^2}\, d\lambda \right| < \eta \sqrt{y} \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} e^{-y\lambda^2}\, d\lambda < \eta \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2}\, dx\,,$$

cioè $< \eta\sqrt{\pi}$, dove η è infinitesimo per λ infinitesimo.

(1) I lavori che la sig.na Laura Pisati potè comporre nella breve sua vita hanno un'impronta di generalità grandissima, quasi mistica. « Da chiuso morbo combattuta e vinta », ella non ebbe tempo di affermare in modo più accessibile la potenza del suo singolare ingegno.

Rimane dunque stabilita la formula

$$\varphi(o) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \lim_{y=\infty} \sqrt{y} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\lambda)\, e^{-y\lambda^2}\, d\lambda .$$

Impiegando ora la nota identità

$$e^{-y\lambda^2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{\pi y}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{\xi^2}{4y} + i\xi\lambda}\, d\xi ,$$

si ottiene

$$(1) \qquad \varphi(o) = \frac{1}{2\pi} \lim_{y=\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\lambda)\, d\lambda \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{\xi^2}{4y} + i\xi\lambda}\, d\xi .$$

Con opportune condizioni relative a $\varphi(\lambda)$, noi vediamo che la (1) coincide colla formola integrale di Fourier. Un mio recente risultato sulla permutabilità dei limiti [1] ne permette in alcuni casi una facile discussione. Se il campo d'esistenza di $\varphi(\lambda)$ fosse un intervallo finito, allora basterebbero ben ampie condizioni sulla $\varphi(\lambda)$. La continuità in zero non è neanche essa strettamente necessaria; infatti, spezzando opportunamente gli integrali, si vede subito che $\varphi(o)$ può nella (1) essere sostituita dalla media

$$\frac{\varphi(+o) + \varphi(-o)}{2} .$$

Matematica. — *Sulle equazioni integrali.* Nota di Joseph Pérès, presentata dal Socio V. Volterra.

1. Nella sua Memoria. *Questioni generali sulle equazioni integrali* ecc. (Rend. della R. Accad. dei Lincei. 20 febbraio 1910), il professore Volterra ha ottenuto il risultato generale seguente:

Sia una relazione implicita per rapporto alla incognita ζ

$$(1) \qquad \zeta = \varphi(\zeta_1 , \zeta_2 , \ldots \zeta_n , \zeta),$$

dove φ *è una funzione analitica delle variabili*

$$\zeta_1 , \zeta_2 , \ldots \zeta_n , \zeta ,$$

[1] *Quelques observations nouvelles sur la continuité des series.* Annaes da Academia polytechnica do Porto, tomo VII (1912). Ivi si parla, è vero, delle serie, ma si può leggervi un teorema generale sui limiti. A titolo di evidente rettifica, osserviamo che ivi la relazione $R_n < \varepsilon$ va intesa $|R_n| < \varepsilon$.

nell'intorno della origine, che manchi di termine costante e di termine di 1° grado in ζ; *è classico che la* (1) *ha una soluzione*

$$\zeta = \psi(\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n) \tag{2}$$

funzione analitica intorno alla origine e senza termine costante. Se adesso si sostituiscono alle $\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n, \zeta$ *funzioni finite e permutabili di 1ª specie* $f_1, f_2, \dots f_n, f$, e si interpretano i prodotti come operazioni di composizione di 1ª specie, *le due serie*

$$\varphi(\overset{*}{f_1}, \overset{*}{f_2}, \dots \overset{*}{f_n}, \overset{*}{f}) \quad , \quad \psi(\overset{*}{f_1}, \overset{*}{f_2}, \dots \overset{*}{f_n}) \ (^1)$$

sono convergenti, qualunque siano le funzioni $f_1, f_2, \dots f_n, f$; *e l'equazione integrale*, di tipo assai generale,

$$f = \varphi(\overset{*}{f_1}, \overset{*}{f_2}, \dots \overset{*}{f_n}, \overset{*}{f}),$$

*ha l'*UNICA SOLUZIONE

$$f = \psi(\overset{*}{f_1}, \overset{*}{f_2}, \dots \overset{*}{f_n}).$$

In questa Nota io mi propongo di mostrare che questo risultato si estende al caso generale in cui le funzioni $f_1, f_2, \dots f_n, f$ non sono permutabili, come l'aveva preveduto il prof. Volterra.

2. Avremo da considerare delle serie (con coefficienti numeri ordinarî) dei prodotti e potenze delle *variabili non permutabili* $\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n, \zeta$. Le denoteremo con [ ]: per esempio

$$\varphi[\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n, \zeta] = a + b\zeta_1 + c\zeta_2 + \dots + d\zeta_1^2 + e\zeta_1\zeta_2 + f\zeta_2\zeta_1 + g\zeta_2^2 + \dots, \tag{3}$$

denotando

$$\varphi(\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n, \zeta)$$

la serie

$$a + b\zeta_1 + c\zeta_2 + \dots + d\zeta_1^2 + (e+f)\zeta_1\zeta_2 + g\zeta_2^2 + \dots \tag{4}$$

ottenuta dalla precedente supponendo che le $\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n, \zeta$ siano numeri ordinarî, dunque permutabili.

Chiameremo

$$\Phi[\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n, \zeta] = \alpha + \beta\zeta_1 + \gamma\zeta_2 + \dots + \delta\zeta_1^2 + \varepsilon\zeta_1\zeta_2 + \varphi\zeta_2\zeta_1 + \chi\zeta_2^2 + \dots \tag{3'}$$

(1) Ove le stelle indicano appunto che i prodotti rappresentano composizione di 1ª specie.

la serie ottenuta sostituendo nella (3), ai coefficienti $a, b, c, \ldots$ i loro moduli $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$

Finalmente avremo

$$(4') \qquad \Phi(\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n, \zeta) = \alpha + \beta\zeta_1 + \gamma\zeta_2 + \cdots + \delta\zeta_1^2 + \\ + (\varepsilon + \varphi)\zeta_1\zeta_2 + \chi\zeta_2^2 + \cdots \ (^1).$$

La serie (3) *sarà detta* REGOLARE intorno alla origine $\zeta_1 = \zeta_2 = \cdots = \zeta_n = \zeta = 0$ *quando, intorno alla origine, la* (4') *sarà convergente.*

3. Ciò premesso, sia una relazione implicita

$$(I) \qquad \zeta = \varphi[\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n, \zeta]$$

dove φ è regolare nel senso precedente e non abbia nè termine costante nè termine in ζ. Io dico che:

1°) Si può trovare uno sviluppo unico

$$(II) \qquad \zeta = \psi[\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n]$$

delle variabili non permutabili $\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n$ *che soddisfi formalmente la equazione* (I) *e non abbia termine costante.*

La dimostrazione è la stessa che nella teoria classica delle funzioni implicite. Si vede subito che un coefficiente della ψ si esprime con i coefficienti delle φ e con quelli dei termini della ψ di grado inferiore *mediante sole addizioni e moltiplicazioni.*

2°) *Questo sviluppo è regolare nel senso precedente.*

Infatti, la serie ordinaria (cfr. n. 2)

$$\Phi(\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n, \zeta)$$

è, per ipotesi, convergente per $\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n, \zeta$ abbastanza piccole. Risulta allora della teoria ordinaria delle funzioni implicite che l'equazione ordinaria

$$\zeta = \Phi(\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n, \zeta)$$

ha la soluzione analitica intorno alla origine, a coefficienti positivi e senza termine costante

$$\zeta = b(\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n).$$

Ma l'equazione

$$\zeta = \Phi[\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n, \zeta]$$

(1) La $\Phi(\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n, \zeta)$ non è in generale dedotta dalla $\varphi(\zeta_1, \zeta_2, \ldots \zeta_n, \zeta)$ sostituendo ai coefficienti $a, b, \ldots (e + f)$ i loro moduli.

avrà per soluzione formale una serie

$$\zeta = b[\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n] \quad (1)$$

che è maggiorante (2) della (II). Peraltro la

$$b[\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n]$$

ha i suoi coefficienti positivi: dunque la serie che, colle notazioni del n. 2, scriveremo $B(\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n)$ risulta identica alla $b(\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n)$. Quest'ultima serie è convergente, e quindi la

$$b[\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n]$$

è *regolare*. Dunque lo è anche la

$$\text{(II)} \qquad \psi[\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n].$$

4. Questo risultato generale contiene appunto quel che volevo dimostrare.

Sostituendo nella (I), *a* $\zeta_1, \zeta_2, \dots \zeta_n, \zeta$, *le funzioni non permutabili* $f_1, f_2, \dots f_n, f$, *si ottiene una equazione integrale che ha un senso qualunque siano le funzioni finite* $f_1, f_2, \dots f_n, f$ *perchè* φ *è regolare. La soluzione di questa equazione è data dallo sviluppo* (II) *dove si fa la stessa sostituzione: sviluppo convergente, qualunque siano le funzioni finite* $f_1, f_2, \dots f_n, f$, *perchè* ψ *è regolare.*

5. Rimane adesso da dimostrare che l'equazione integrale non può avere altra soluzione che quella già trovata.

Perciò si impiegherà il metodo sviluppato, nel caso permutabile, dal prof. Volterra (3).

Questo metodo è fondato sul seguente lemma:

Siano ζ_1, ζ_2 due variabili *non permutabili* e $\zeta = \zeta_1 - \zeta_2$: si ha

$$\text{(III)} \qquad \zeta_1^{n+1} - \zeta_2^{n+1} = \zeta_1^n \zeta + \zeta_1^{n-1} \zeta \zeta_2 + \zeta_1^{n-2} \zeta \zeta_2^2 + \dots + \zeta \zeta_2^n .$$

Per il nostro caso bisognerà aggiungere:

Se non si tratta più di

$$\zeta_1^{n+1} - \zeta_2^{n+1},$$

ma, per esempio, di

$$\varphi \zeta_1^2 \psi \zeta_1^3 \chi \zeta_1^{n-4} - \varphi \zeta_2^2 \psi \zeta_2^3 \chi \zeta_2^{n-4},$$

(1) Il legame fra $b(\zeta_i)$ e $b[\zeta_i]$ è quello esposto al n. 2: se nella $b[\zeta_i]$ si suppone che le ζ_i siano numeri ordinarî permutabili, si trova la $A(\zeta_i)$.

(2) Estendendo un poco il senso della parola « maggiorante », si dirà che $a\zeta_1 + b\zeta_1\zeta_2 + c\zeta_2\zeta_1 + \dots$ è maggiorante di $a'\zeta_1 + b'\zeta_1\zeta_2 + c'\zeta_2\zeta_1 + \dots$ se $a \geq |a'|, b \geq |b'|$ $c \geq |c'|, \dots$

(3) Vedi le lezioni fatte alla Sorbonne, *Sur les fonctions de Ligne* (Gauthiers-Villars, 1913).

dove φ , χ , ψ, sono funzioni variabili non permutabili, la formola (III) si applica sempre, dopo avere sostituito ad un termine come $\zeta_1^{n-2}\,\zeta\,\zeta_2^2$ il termine

$$\varphi\,\zeta_1^2\,\psi\,\zeta_1^3\,\chi\,\zeta_1^{n-7}\,\zeta\,\zeta_2^2 .$$

6. Dopo queste spiegazioni, non ci sono più difficoltà per dimostrare l'unicità della soluzione. La trattazione della equazione integrale del n. 4 rimane così completa.

Prima di terminare osserviamo che analoghe considerazioni si possono sviluppare per le equazioni integro-differenziali.

In un'altra Nota (1) ho mostrato l'interesse che presentano le equazioni integrali dove appariscono parecchie specie di composizione. I resultati precedenti sussisterebbero anche se si supponesse che le f_i fossero delle funzioni che, nella mia Nota, chiamo a_α e b_γ .

Matematica. — *Sulle funzioni permutabili di seconda specie.* Nota IV di Luigi Sinigallia, presentata dal Corrisp. G. Lauricella.

5. Col metodo ora indicato poichè $n > q > q_1 > \cdots$ è certo che si giungerà ad un nucleo iterato F_k di ordine k la cui espressione sarà data dalla (15) e tale che il determinante $|B_{i,h}^{(k)}|$ sarà diverso da zero. Ora se si pone

$$(16)\qquad \begin{cases} B_{i,h}^{(k,0)} = \begin{cases} 1 \text{ se } i = h \\ 0 \text{ se } i \neq h \end{cases} \qquad B_{i,h}^{(k,1)} = B_{i,h}^{(k)} \\ B_{i,h}^{(k,\varrho)} = \sum_{r=1}^{q_{k-3}} B_{i,r}^{(k,1)}\, B_{r,h}^{(k,\varrho-1)} \qquad \begin{pmatrix} i\,,\,h = 1\,,\,\ldots\,q_{k-3} \\ \varrho = 1\,,\,2\,,\,\ldots \end{pmatrix}, \end{cases}$$

il nucleo $F_{k+\varrho-1}$ iterato, di ordine $k+\varrho-1$ avrà l'espressione

$$(17)\qquad F_{k+\varrho-1}(x\,,\,y) = \sum_{i,h=1}^{q_{k-3}} B_{h,i}^{(k,\varrho)}\, \varphi_i^{(k-2)}(x)\, \psi_h^{(k-2)}(y) .$$

Infatti la (17) sussiste per $\varrho = 0$ e per $\varrho = 1$ poichè per tali valori di ϱ coincide rispettivamente colle (14), (15): inoltre supposta la (17) vera pel valore ϱ, da essa si deduce

$$F_{k+\varrho}(x\,,\,y) = \sum_{i,r=1}^{q_{k-3}} B_{r,i}^{(k,\varrho)}\, \varphi_i^{(k-2)}(x) \times$$

$$\times \left\{ \sum_{h=1}^{q_{k-3}} \frac{B_{h,r}^{(k)}}{\lambda_h}\, \psi_h(y) + \sum_{\sigma=0}^{k-3} \sum_{\tau=1}^{q_{\sigma-1}-q_\sigma} \frac{B_{q_\sigma+\tau,r}^{(k)}}{\lambda_{q_\sigma+\tau}}\, \psi_{q_\sigma+\tau}(y) \right\},$$

(1) *Résolution des problèmes aux limites relatifs à une équation intégro-différentielle* (Rendiconti di Palermo, 1913).

ossia per la (12)

$$F_{k+\varrho}(x,y) = \sum_{i,r,h=1}^{q_{k-3}} B_{h,r}^{(k)} B_{r,i}^{(k,\varrho)} \varphi_i^{(k-2)}(x) \times$$

$$\times \left\{ \frac{\psi_h(y)}{\lambda_h} + \sum_{\sigma=1}^{k-3} \sum_{\tau=1}^{q_{\sigma-1}-q_\sigma} \frac{\mu_{h,\tau}^{(k-3,k-\sigma-3)}}{\lambda_{q_\sigma+\tau}} \psi_{q_\sigma+\tau}(y) \right\},$$

e per le (11), (16)

$$F_{k+\varrho}(x,y) = \sum_{i,h=1}^{q_{k-3}} B_{h,i}^{(k,\varrho+1)} \varphi_i^{(k-2)}(x) \psi_h^{(k-2)}(y);$$

cioè la (17) sussiste anche pel valore $\varrho+1$.

Dunque considerando il nucleo $F_k(x,y)$ come una forma bilineare nelle $2q_{k-3}$ variabili $\varphi_i^{(k-2)}(x)$, $\psi_i^{(k-2)}(y)$, il nucleo $F_{k+\varrho-1}(x,y)$ è la potenza ϱ^{ma} del nucleo $F_k(x,y)$. L'equazione caratteristica del nucleo $F_k(x,y)$ è dunque

$$\Omega^{(k)}(s) \equiv \begin{vmatrix} B_{11}^{(k)} - s, B_{12}^{(k)} & , \ldots B_{1,q_{k-3}}^{(k)} \\ \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \\ B_{q_{k-3},1}^{(k)} & , B_{q_{k-3},2}^{(k)} , \ldots B_{q_{k-3},q_{k-3}}^{(k)} - s \end{vmatrix} =$$

$$= b_1^{(k)} + b_2^{(k)} s + \cdots + b_{q_{k-3}+1}^{(k)} s^{q_{k-3}} = 0;$$

e se $\chi^{(k)}(s)$ è il massimo comun divisore di tutti i minori di ordine $q_{k-3}-1$ del determinante $\Omega^{(k)}(s)$, e

$$\theta^{(k)}(s) = \frac{\Omega^{(k)}(s)}{\chi^{(k)}(s)} = a_1^{(k)} + a_2^{(k)} s + \cdots + a_\tau^{(k)} s^{\tau-1},$$

l'equazione del minimo ordine cui soddisfa il nucleo $F(x,y)$ sarà

$$(18) \qquad a_1^{(k)} F_{k-1}(x,y) + a_2^{(k)} F_k(x,y) + \cdots + a_\tau^{(k)} F_{k+\tau-2}(x,y) = 0.$$

Invece se $\chi^{(k)}(s) = 1$ cioè se i divisori elementari del determinante $\Omega^{(k)}(s)$ sono potenze di basi tutte diverse fra loro, l'equazione del minimo ordine cui soddisfa il nucleo $F(x,y)$ è

$$b_1^{(k)} F_{k-1}(x,y) + b_2^{(k)} F_k(x,y) + \cdots + b_{q_{k-3}+1}^{(k)} F_{q_{k-3}+k-1}(x,y) = 0;$$

ed essendo $q_1 \leqq q-1$; $q_2 \leqq q-2$, ... si avrà $q_{k-3}+k-1 \leqq q+2$.

6. Si può facilmente vedere che quando ha luogo la (18), il nucleo $F_{k+\tau-3}(x,y)$ non differisce da una combinazione lineare omogenea a coeffi-

cienti costanti di F_{k-2} , F_{k-1} , ... $F_{k+\tau-4}$ che per una soluzione $\Phi(x , y)$ comune alle equazioni

$$(19) \qquad \int_a^b F(x , s)\, \Phi(s , y) ds = 0 \quad ; \quad \int_a^b \Phi(x , s)\, F(s , y)\, ds = 0.$$

Per convincersene, basta notare che, essendo, per la (18),

$$F_{k+\tau-2}(x , y) = \sum_{i=1}^{\tau-1} \varrho_i\, F_{k+i-2}(x , y) ,$$

le funzioni

$$F_{k+\tau-3}(x , y) \ , \ \sum_{i=1}^{\tau-1} \varrho_i\, F_{k+i-3}(x , y) ,$$

sono due soluzioni delle equazioni

$$\int_a^b F(x , s)\, k(s , y)\, ds = \int_a^b k(x , s)\, F(s , y)\, ds = F_{k+\tau-2}(x , y).$$

II. — Le funzioni permutabili col nucleo dato.

7. Abbiamo visto (Nota I) che quando il determinante D è diverso da zero, la funzione più generale permutabile col nucleo (1) è data da

$$K(x , y) = K_1(x , y) + \Phi(x , y),$$

ove $\Phi(x , y)$ è la soluzione generale comune alle equazioni (19) e

$$(20) \qquad K_1(x , y) = \sum_{i,h=1}^{n} a_{i,h}\, \varphi_i(x)\, \psi_h(y)$$

essendo le $a_{i,h}$ delle costanti che soddisfanno alle n^2 equazioni

$$(21) \qquad \lambda_i \sum_{r=1}^{n} A_{hr}\, a_{ir} - \lambda_h \sum_{r=1}^{n} A_{ri}\, a_{rh} = 0 \qquad (i , h = 1 , \ldots n).$$

Consideriamo ora le forme bilineari

$$A = \sum_{i,h=1}^{n} \frac{A_{h,i}}{\lambda_h}\, x_i\, y_h \quad ; \quad B = \sum_{i,h=1}^{n} \lambda_i\, a_{i,h}\, x_i\, y_h ;$$

poichè

$$AB = \sum_{i,r,h=1}^{n} A_{ri}\, a_{rh}\, x_i\, y_h \quad ; \quad BA = \sum_{i,r,h=1}^{n} \frac{\lambda_i}{\lambda_h} A_{hr}\, a_{ir}\, x_i\, y_h ,$$

se le costanti $a_{i,h}$ soddisfanno alle (21) si ha $AB = BA$ e viceversa. Dunque la determinazione della funzione $K_1(x, y)$ si riduce alla determinazione delle forme bilineari B permutabili colla forma A; od anche, come ha notato il prof. Volterra, alla determinazione delle sostituzioni lineari

$$v_i = \lambda_i \sum_{r=1}^{n} a_{i,r}\, u_r \qquad (i = 1, \dots n)$$

permutabili colla sostituzione

$$v_i = \sum_{r=1}^{n} \frac{A_{ri}}{\lambda_r} u_r ; \qquad (i = 1, \dots n),$$

ricerca questa compiuta dal sig. Voss e dai proff. Volterra e Nicoletti (1).

8. Nel caso generale in cui non si faccia alcuna ipotesi nei coefficienti $A_{i,h}$, nel caso cioè in cui $D \neq 0$ ed i divisori elementari del determinante caratteristico $\Omega(s)$ (Nota III, § 3) sono potenze di basi tutte diverse fra loro, si può esprimere $K_1(x, y)$ per mezzo dei nuclei iterati del nucleo dato: come si può riconoscere partendo dalla formola data a pag. 568 della Nota I per i coefficienli $a_{i,h}$.

Ponendo per brevità di scrittura

$$\begin{vmatrix} A_{i_1 h_1} & \dots & A_{i_1 h_s} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{i_s h_1} & \dots & A_{i_s h_s} \end{vmatrix} = \begin{pmatrix} i_1, \dots i_s \\ h_1, \dots h_s \end{pmatrix},$$

$$H_s(x, y) = \sum_{i,h=1}^{n} \frac{\varphi_i(x)\, \psi_h(y)}{\lambda_i\, \lambda_h} \sum_{r_1 \dots r_s = 1}^{n} \frac{1}{\lambda_{r_1} \dots \lambda_{r_s}} \begin{pmatrix} h\, r_1 \dots r_s \\ i\, r_1 \dots r_s \end{pmatrix},$$

per la citata formola si ha

$$K_1(x, y) = c_1 F(x, y) + \sum_{s=0}^{n-2} \sigma_s H_s(x, y),$$

essendo c_1 e le σ delle costanti arbitrarie.

Ora poichè

$$\begin{pmatrix} h\, r_1 \dots r_s \\ i\, r_1 \dots r_s \end{pmatrix} = A_{hi} \begin{pmatrix} r_1 \dots r_s \\ r_1 \dots r_s \end{pmatrix} - \sum_{\tau=1}^{s} A_{h r_\tau} \begin{pmatrix} r_\tau\, r_1 \dots r_{\tau-1}\, r_{\tau+1} \dots r_s \\ i\ \ r_1 \dots r_{\tau-1}\, r_{\tau+1} \dots r_s \end{pmatrix},$$

(1) *Encyclopédie des sciences mathématiques* (Édition française), tomo I, vol. 2°, fasc. 4-5, pp. 517 e seg.

sarà

$$\sum_{r_1 \ldots r_s=1}^{n} \frac{1}{\lambda_{r_1} \ldots \lambda_{r_s}} \begin{pmatrix} h\, r_1 \ldots r_s \\ i\, r_1 \ldots r_s \end{pmatrix} = \varrho_{s,0}\, \mathrm{A}_{hi} -$$

$$- s \sum_{\tau=1}^{n} \frac{\mathrm{A}_{h\tau}}{\lambda_\tau} \sum_{r_1 \ldots r_{s-1}=1}^{n} \frac{1}{\lambda_{r_1} \ldots \lambda_{r_{s-1}}} \begin{pmatrix} \tau\, r_1 \ldots r_{s-1} \\ i\, r_1 \ldots r_{s-1} \end{pmatrix},$$

essendo $\varrho_{s,0}$ una costante indipendente dagli indici i, h. Analogamente si ha

$$\sum_{r_1 \ldots r_{s-1}=1}^{n} \frac{1}{\lambda_{r_1} \ldots \lambda_{r_{s-1}}} \begin{pmatrix} \tau\, r_1 \ldots r_{s-1} \\ i\, r_1 \ldots r_{s-1} \end{pmatrix} = -\frac{\varrho_{s,1}}{s}\, \mathrm{A}_{\tau i} -$$

$$- (s-1) \sum_{\tau_1=1}^{n} \frac{\mathrm{A}_{\tau\tau_1}}{\lambda_{\tau_1}} \sum_{r_1 \ldots r_{s-2}=1}^{n} \frac{1}{\lambda_{r_1} \ldots \lambda_{r_{s-2}}} \begin{pmatrix} \tau\, r_1 \ldots r_{s-2} \\ i\, r_1 \ldots r_{s-2} \end{pmatrix};$$

quindi per le (2) della Nota III

$$\sum_{r_1 \ldots r_s=1}^{n} \frac{1}{\lambda_{r_1} \ldots \lambda_{r_s}} \begin{pmatrix} h\, r_1 \ldots r_s \\ i\, r_1 \ldots r_s \end{pmatrix} = \varrho_{s,0}\, \mathrm{A}^{(2)}_{h,i} + \varrho_{s,1}\, \mathrm{A}^{(3)}_{h,i} +$$

$$+ s(s-1) \sum_{\tau=1}^{n} \frac{\mathrm{A}^{(3)}_{h\tau}}{\lambda_\tau} \sum_{r_1 \ldots r_{s-2}=1}^{n} \frac{1}{\lambda_{r_1} \ldots \lambda_{r_{s-2}}} \begin{pmatrix} \tau\, r_1 \ldots r_{s-2} \\ i\, r_1 \ldots r_{s-2} \end{pmatrix},$$

e continuando nello stesso modo si trova

$$\sum_{r_1 \ldots r_s=1}^{n} \frac{1}{\lambda_{r_1} \ldots \lambda_{r_s}} \begin{pmatrix} h\, r_1 \ldots r_s \\ i\, r_1 \ldots r_s \end{pmatrix} = \varrho_{s,0}\, \mathrm{A}^{(2)}_{h,i} + \varrho_{s,1}\, \mathrm{A}^{(3)}_{h,i} + \cdots + \varrho_{s,s}\, \mathrm{A}^{(s+2)}_{h,i},$$

denotando con $\varrho_{s,\tau}$ delle costanti indipendenti dagli indici i, h.

Abbiamo perciò

$$\mathrm{H}_s(x, y) = \sum_{r=1}^{s} \varrho_{s,r}\, \mathrm{F}_{r+2}(x, y) \qquad (s = 0, 1, \ldots n-2),$$

ed infine

$$\mathrm{K}_1(x, y) = c_1 \mathrm{F}(x, y) + c_2 \mathrm{F}_2(x, y) + \cdots + c_n \mathrm{F}_n(x, y),$$

essendo le c delle costanti arbitrarie. Dunque *nel caso generale in cui* $\mathrm{D} \neq 0$ *ed i divisori elementari del determinante caratteristico* $\Omega(s)$ *sono potenze di basi tutte diverse fra loro la funzione più generale della forma* (20) *permutabile col nucleo dato* (1) *è una combinazione lineare omogenea*

a coefficienti costanti del nucleo stesso e dei suoi nuclei iterati dei primi n ordini; nuclei che sono fra loro linearmente indipendenti (1). *Ed in tal caso* (*anzi solo in tal caso*) *tutte le funzioni della forma* (20) *permutabili col nucleo dato* (1) *sono permutabili fra loro*, come ha notato il professore Volterra.

9. Supponiamo da ultimo che il determinante D sia nullo. In tal caso (Nota II) la funzione più generale permutabile col nucleo dato (1) si ottiene aggiungendo alla soluzione generale $\Phi(x, y)$ comune alle (19) una soluzione delle equazioni

$$(22) \qquad \int_a^b F(x, s)\, K(s, y)\, ds = \int_a^b K(x, s)\, F(s, y)\, ds = K_1(x, y),$$

essendo ancora la $K_1(x, y)$ definita dalla (20) i cui coefficienti $a_{i,h}$ soddisfanno alle (21). Anche in tal caso siamo dunque condotti alla ricerca delle forme bilineari B permutabili colla forma A che ha però il determinante nullo.

Supposti ora noti i coefficienti $a_{i,h}$ la soluzione generale dell'equazione

$$\int_a^b F(x, s)\, K_2(s, y)\, ds = K_1(x, y),$$

si ha prendendo

$$K_2(x, y) = \sum_{i,h=1}^{n} \lambda_i\, a_{i,h}\, \psi_i(x)\, \psi_h(y) + \omega(x, y) - \\ - \sum_{i=1}^{n} \psi_i(x) \int_a^b \psi_i(s)\, \omega(s, y)\, ds;$$

mentre la soluzione generale dell'equazione

$$\int_a^b K_3(x, s)\, F(s, y)\, ds = K_1(x, y)$$

è data da

$$K_3(x, y) = \sum_{i,h=1}^{n} \lambda_h\, a_{i,h}\, \varphi_i(x)\, \varphi_h(y) + \theta(x, y) - \\ - \sum_{i=1}^{n} \varphi_i(y) \int_a^b \theta(x, t)\, \varphi_i(t)\, dt.$$

(1) Cecioni, *Sopra alcune operazioni algebriche sulle matrici*. Annali della Scuola normale superiore di Pisa, vol. 11, pag. 48 (1909).

Le $\omega(x, y)$, $\theta(x, y)$ che figurano nelle formole precedenti sono due funzioni arbitrarie integrabili nel campo (a, b).

E poichè le costanti $a_{i,h}$ soddisfanno alle (21), prendendo

$$\omega(x, y) = \sum_{i,h=1}^{n} \lambda_h a_{i,h} \varphi_i(x) \varphi_h(y) \; ; \; \theta(x, y) = \sum_{i,h=1}^{n} \lambda_i a_{i,h} \psi_i(x) \psi_h(y),$$

si ha $K_2(x, y) = K_3(x, y)$. Dunque nel caso che consideriamo la funzione più generale permutabile col nucleo dato (1) è

$$K(x, y) = \sum_{i,h=1}^{n} a_{i,h} \{\lambda_h \varphi_i(x) \varphi_h(y) + \lambda_i \psi_i(x) \psi_h(y)\} -$$

$$- \sum_{i,r,h=1}^{n} \lambda_i A_{hr} a_{ir} \psi_i(x) \varphi_h(y) + \Phi(x, y),$$

essendo al solito $\Phi(x, y)$ la soluzione generale comune alle (19).

Matematica. — *Sur les fonctions permutables de 2ième espèce.* Nota di J. Soula, presentata dal Socio V. Volterra.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Geografia fisica. — *Piano generale di una spedizione scientifica nel Karakoram orientale coll'intento di esplorare e rilevare la porzione tuttora ignorata della catena e di compiere osservazioni sistematiche nei varii rami della fisica terrestre.* Nota del dott. Filippo de Filippi, presentata dal Socio P. Blaserna (1).

L'idea di questo piano di spedizione, germogliata nella mia mente durante la campagna di S. A. R. il Duca degli Abruzzi nel bacino del ghiacciaio Baltoro, maturò poi e prese consistenza e forma nel corso delle letture che dovetti fare per la preparazione della Relazione della detta campagna.

Non v'è forse altra regione della terra che offra allo studioso problemi così varî e così importanti, e non v'è alcun dubbio che una spedizione specialmente preparata ed organizzata per ricerche scientifiche riporterebbe una ampia messe di prezioso materiale per lo studio della fisica terrestre.

Nel concetto del piano qui sotto esposto, scopo principale della spedizione sono le ricerche di fisica terrestre; scopo accessorio e secondario è la

(1) Cfr. Rend. cl. sc. fis. mat. e nat. Seduta 5 gennaio 1913.

esplorazione geografica di una porzione del Karakoram del tutto ignota. Sebbene questo obbiettivo sia subordinato al primo, ne faccio precedere la descrizione, perchè con essa definisco bene la regione dove sono da eseguire le ricerche scientifiche. Del resto, il progetto deve considerarsi come un semplice abbozzo, destinato ad essere studiato minutamente in ogni sua parte, completato e reso più preciso nei varî capitoli, i quali per ora sono appena accennati. Ho soprattutto cercato di studiare un insieme di lavori collegati fra di loro in modo da utilizzare nel miglior modo le opportunità date dalla spedizione.

I. Esplorazione geografica. — La regione che mi propongo di esplorare giace ad est dei distretti visitati dal Duca degli Abruzzi e dal dottore Longstaff nel 1909.

In questo suo viaggio il Longstaff scoprì che il ghiacciaio Siachen (detto già Saichar, sorgente del fiume Nubra, un affluente dello Shyok, tributario dell'alto Indo) si estende molto più verso nord di quello che si credeva prima, e che la sua estremità superiore giace ad oriente ed a non grande distanza dal ghiacciaio Baltoro. Ne viene che il tratto corrispondente dello spartiacque indo-asiatico o catena Karakoram è situato circa 40 km. più a nord della posizione in cui era sino ad ora segnato sulle carte.

Il Duca degli Abruzzi, comparando le proprie osservazioni, fatte nello stesso estate dalla Sella Chogolisa, ai piedi della cresta orientale del Bride Peak, con quelle del Dr. Longstaff, venne alla conclusione che la catena principale spartiacque procede dal gruppo dei Gasherbrum all'Hidden Peak, e poi si curva verso est, dirigendosi al monte Teram Kangri, alla testata del ghiacciaio Siachen.

Tutta la porzione della catena Karakoram compresa fra il monte Teram Kangri ad occidente ed il passo Karakoram ad oriente, per una distanza rettilinea di oltre 70 km. è del tutto sconosciuta. Essa forma il limite settentrionale di una larga zona, compresa fra il fiume Nubra ad ovest, ed il corso superiore della Shyok ad est, le cui valli, i ghiacciai e le vette sono fino ad ora completamente inesplorate.

Di là dello spartiacque, a nord dello Siachen, e ad oriente del Baltoro, è indicato sulla carta il corso dell'Oprang, il principale tributario del fiume Yarkand. Ma la sua posizione è puramente ipotetica. Il col. Sir Francis Younghusband, il quale risalì parte della valle nel 1889, non ebbe il tempo nè i mezzi per fare un rilevamento neppure approssimativo di essa. Così è incertissima la posizione, la direzione e l'importanza della catena Aghil, pure scoperta dallo Younghusband, che forma il fianco destro della valle Oprang. Oggi non è ancora possibile collegare insieme gli schizzi topografici di Sir F. Younghusband, del dott. Longstaff e del Duca degli Abruzzi.

Questo è certo uno dei più vasti tratti delle regioni montuose della terra che rimane da esplorare, se si eccettua il Nepal-Himalaya, intieramente chiuso all'Europeo.

Il mio piano è di penetrare nella regione sconosciuta dalla alta valle Shyok, per uno dei vasti ghiacciai inesplorati che vi discendono da ovest, e che certamente devono condurre allo spartiacque principale del Karakoram.

Ove i tributari occidentali della valle Shyok non conducessero a passi della catena valicabili con coolies, la spedizione, dopo compiuto il lavoro esplorativo sui ghiacciai meridionali di questo tratto del Karakoram, attraverserebbe la catena più ad est, per il noto passo Karakoram, e, dopo aver rilevato le pendici settentrionali di quel tratto di catena Karakoram, già prima esplorato a sud, procederebbe verso ovest, per raggiungere la catena Aghil e la valle Oprang.

II. Geologia. — La spedizione del Duca degli Abruzzi ha accertato che una considerevole porzione della catena del Karakoram, contenente monti come il Broad Peak, i tre Gasherbrum, l'Hidden Peak ed il Golden Throne, è una formazione di roccie sedimentarie calcari. Le osservazioni del dottore Longstaff mostrano che questa importante formazione si continua ad est nella catena alla testata del ghiacciaio Siachen, fino al Teram Kangri. Sarebbe molto importante accertare l'estendersi ulteriore di questa formazione nella porzione sconosciuta del Karakoram ad est del Teram Kangri, ed eventualmente il suo collegarsi colle formazioni calcari osservate nelle vicinanze del passo Karakoram.

Un rilievo geologico anche soltanto approssimativo potrebbe gettare un po' di luce sulla oscura questione della origine e dell'età del sistema montuoso, e fornire dati per una divisione e classificazione razionali delle catene.

Le osservazioni che la spedizione del Duca degli Abruzzi ha potuto fare nel ghiacciaio Baltoro intorno all'aspetto particolare ed alle condizioni della sua fronte, alla velocità della sua corrente, alle formazioni caratteristiche sulla sua superficie, ecc., sono indicazioni dei molti problemi di glaciologia che un geologo può studiare con profitto in questa regione.

III. Fisica terrestre. — Questo è un campo di investigazione intieramente nuovo in tutta la regione compresa fra la catena dell'Himalaya e quella del Karakoram.

È allo studio il seguente piano di ricerche.

Gravità. — Mi propongo di estendere alla regione montuosa Himalaya-Karakoram le interessantissime osservazioni gravimetriche eseguite dall'Ufficio trigonometrico dell'India nei piani indiani a sud delle catene, facendo stazione in luoghi opportuni. Le osservazioni verrebbero eseguite col tripendolo di Sterneck opportunamente modificato per rispondere alle particolari condizioni di esperienza.

Magnetismo terrestre. — Determinazioni assolute dei tre elementi magnetici in un numero sufficiente di stazioni, eseguite coll'inclinometro e col teodolite magnetico.

Radiazioni ed elettricità atmosferica. — Dovendo la spedizione necessariamente svolgersi ad altezze considerevoli sul livello del mare, e trovarsi a più riprese ad altezze fra i 5000 ed i 6000 metri, dove predominano eccezionali condizioni meteoriche, riusciranno certo di grande importanza ricerche sistematiche intorno alle varie forme di radiazioni e lo studio degli elementi della elettricità atmosferica.

In questo campo è da ricordare la completa assenza di fenomeni elettrici sensibili (fulmini e tuoni, fulgoriti nelle roccie) nel Karakoram, accertata da tutti gli esploratori e confermata dalla spedizione del Duca degli Abruzzi.

Meteorologia — Saranno regolarmente eseguite le osservazioni meteorologiche cogli ordinarî strumenti da viaggio; barometro, psicrometro, termometri a massimo ed a minimo, ipsometro, anemometro, pluviometro portatile ecc.

Osservazioni che potrebbero fornire dati preziosi per lo studio dell'alta atmosfera si potrebbero fare con cervi volanti recanti gli apparecchi registratori. La costanza dei venti di sud-ovest fin dal giugno nell'alta atmosfera del Karakoram, osservata da noi durante la spedizione del Duca degli Abruzzi, favorisce singolarmente la buona riuscita di tali ricerche. Da una stazione intorno ai 6000 metri, svolgendo un filo di 3000 metri, si potrebbero raccogliere per ore consecutive, o per giorni intieri i dati meteorologici della atmosfera fra i 9.000 ed i 10.000 metri di altezza, in condizioni che non si sono potute finora realizzare.

Quest'ultimo progetto però importa così gravi difficoltà tecniche per il trasporto del materiale occorrente, ingombrante e pesantissimo, che la sua esecuzione è tuttavia molto incerta. Si farà in ogni modo uno studio dei venti con palloncini-piloti.

Onde potere adeguatamente svolgere un programma di lavori come quello sopra enunciato, la spedizione dovrebbe esser composta di un topografo, un geologo, due fisici, un meteorologo ed un meccanico-assistente, oltre allo scrivente, medico, organizzatore e direttore responsabile della spedizione. Due guide alpine, indispensabili per la spedizione, potrebbero essere sostituite da due alpinisti provetti, i quali potrebbero mettere a servizio dell'impresa la loro coltura e le eventuali speciali attitudini.

Ove i mezzi disponibili lo permettano, agli argomenti sopra enunciati si potrebbero utilmente aggiungere i seguenti:

a) Raccolta della flora e della fauna (specie minuta) della regione, fatta da un naturalista. Mentre i caratteri della regione rendono limitatissima la vita animale e vegetale, essi dànno uno speciale interesse alle specie che vi si possono trovare.

b) Studî etnologici ed archeologici, di speciale interesse in una regione come il Baltistan, dove la razza degli indigeni non è per anco accertata, e dove sono da investigare problemi interessanti intorno alle comunicazioni indo asiatiche attraverso il Karakoram, che sono ancor oggi argomento di leggende e tradizioni locali. Non occorre insistere sull'importanza archeologica del Turchestan Chinese, dimostrata da varie recenti fortunatissime spedizioni.

L'itinerario della spedizione sarebbe il seguente:

a) Partire dall'Europa in principio di settembre e recarsi direttamente a Srinagar (Kashmir). Quivi, a sud della catena imalaiana, fare una prima serie completa di osservazioni geo-fisiche.

b) Attraversare la catena imalaiana per lo Zoji-La prima che esso sia bloccato dalle nevi invernali, e fare una serie di stazioni geo-fisiche nella valle Dras e nella valle dell'Indo fino a Skardu, la capitale del Baltistan.

c) Svernare a Skardu, occupando i mesi invernali in lavori scientifici nel bacino di Skardu e nel preparare la spedizione per la primavera.

La situazione geografica del Baltistan, cinto da ogni lato da altissime catene, che non si possono attraversare da grosse carovane se non tardi in primavera, rende necessario lo svernarvi, per approfittare di parte dell'autunno e di tutta intiera la buona stagione, altrimenti non si potrebbe disporre che di poche settimane, del tutto insufficienti per l'attuazione di un programma di lavoro come quello sopra esposto.

d) Partire da Skardu all'inizio della primavera, e risalire la valle dell'Indo sino a Leh, la capitale del Ladakh. Di qua, per la nuova strada carovaniera, rivolgersi a nord verso il Karakoram Pass. Lungo la via si faranno varie stazioni per studî gravimetrici e magnetici.

e) Giunta all'alta valle Shyok, la spedizione si dividerebbe. Il direttore della spedizione, col geologo, il topografo, e i due alpinisti, si rivolgerebbe al distretto inesplorato per compiere il programma esplorativo della spedizione.

Gli altri membri della spedizione, il fisico, il meteorologo, il naturalista, ecc., colla parte più pesante del bagaglio, seguirebbero la via carovaniera del Karakoram Pass, dirigendosi a Yarkand, e continuando le osservazioni geo-fisiche a nord del Karakoram.

f) Il ritorno in Europa avverrebbe nell'autunno per la via di Kashgar e della ferrovia transcaspiana. La durata della spedizione sarebbe quindi di 12-14 mesi.

L'itinerario descritto permette di fare due stazioni di osservazioni geofisiche continuate per lungo periodo di tempo, una invernale presso a Skardu, ed una estiva nei dintorni del Karakoram Pass. Inoltre, esso dà occasione di raccogliere una serie di osservazioni di fisica terrestre le quali, quando si

connettano con quelle già eseguite dai fisici inglesi nei piani del Punjab, formeranno una catena ininterrotta di dati dai piani Indiani a quelli del Turkestan Cinese attraverso l'intiera zona montuosa dell' Himalaya, del Baltistan (e Ladakh), e del Karakoram.

Se, all'epoca della spedizione, le condizioni interne del Turkestan Cinese fossero tali da renderne l'accesso difficile e la permanenza pericolosa a stranieri, la spedizione si limiterebbe ad esaurire il programma a sud del Karakoram.

Non mi nascondo le difficoltà da superare per mettere in esecuzione un programma così vasto, soprattutto per la questione del portaggio in un paese poco abitato, ed attraverso la vasta zona montuosa del tutto deserta. Però le osservazioni geo-fisiche, per le quali soprattutto occorre un pesante e complicato bagaglio scientifico, si dovranno fare su vie carovaniere, dove non è difficile raccogliere un numero sufficiente di coolies. Naturalmente si dovrà provvedere ad alleggerire la carovana, curando che vengano fatti depositi di viveri in luoghi acconci, ecc.

La buona riuscita di una simile spedizione è soprattutto legata alla cooperazione armonica e continua di tutti i suoi componenti. Ma faccio anche assegnamento sulla mia conoscenza dei luoghi e degli abitanti, e sull'ottima prova fatta dalla spedizione italiana del 1909 nel condurre e dirigere carovane di coolies. L'importanza di questo fattore è veramente grandissima ed essenziale.

Ottica. — *Una definizione quantitativa della « nitidezza » delle immagini reali.* Nota di Ugo Bordoni, presentata dal Corrisp. V. Reina.

1. La « *nitidezza* » delle immagini ottenibili per mezzo degli strumenti diottrici, e, in particolare, delle *immagini reali* date dagli obbiettivi fotografici o dai sistemi microfotografici, viene oggi intesa in senso decisamente *soggettivo* e *qualitativo*. Le varie definizioni della nitidezza che si conoscono partono tutte, difatti, dalla circostanza che il *potere risolvente* (Helmholtz) dell'occhio umano ha un limite il cui ordine di grandezza è 1′; ed a seconda che ammettono che l'immagine debba esser guardata in guisa che l'occhio faccia il minimo sforzo possibile di accomodamento (cioè alla distanza normale della visione distinta), oppure in guisa da ottenere, per quanto è possibile, la ricostituzione prospettica dell'oggetto (e quindi ad una distanza f eguale a quella fra il punto nodale posteriore del sistema diottrico ed il piano dell' immagine), ne deducono che l' immagine può dirsi *nitida* quando ad ogni punto luminoso dell'oggetto corrisponde nella riproduzione un piccolo disco di

diametro non superiore a *0,01* cm. (*Undeutlichkeitskreis*), oppure non superiore a circa *0,0003 . f* cm. (misurando *f* in cm.). Ma il carattere *particolare* di ciascuna delle due ipotesi ora accennate fa sì che nessuna delle definizioni che ne derivano possa essere assunta *in generale* senza dar luogo a conseguenze poco opportune od assurde; inoltre, come apparirà meglio in seguito, le definizioni stesse sono affatto *incomplete* ed incapaci di dare una idea esatta del valore della grandezza che implicitamente definiscono.

Lo scrivente si è perciò proposto di cercare una definizione *oggettiva* e *generale* della nitidezza, la quale avesse anche un contenuto quantitativo, permettendo così di *esprimere numericamente*, in una scala necessariamente convenzionale, ma razionale, *l'entità della nitidezza*: *la quale*, come lascia prevedere la teoria delle aberrazioni dei sistemi diottrici e come conferma ampiamente l'esperienza, *è diversa non solo da punto a punto dell'immagine, ma per uno stesso punto è diversa nelle varie direzioni.*

Sembra superfluo far notare esplicitamente l'utilità grande che ha il raggiungimento effettivo dell'accennato scopo, non solo per eliminare da questo punto dell'ottica applicata l'incertezza e l'indeterminazione che ora vi regnano, ma anche per il progredire della costruzione degli strumenti diottrici, offrendo un mezzo oggettivo per misurare sperimentalmente l'efficacia dei dispositivi adottati per ridurre le varie aberrazioni.

2. Le considerazioni contenute in questo e nei paragrafi che seguono, per quanto si riferiscano più specialmente al caso comune delle immagini fotografiche, sono evidentemente suscettibili di ovvia generalizzazione.

Si supponga di proiettare l'oggetto da riprodurre dal punto nodale anteriore del sistema diottrico su di un piano *P* normale all'asse ottico del sistema. Se *l'immagine reale che si ottiene dal sistema è simile, nel senso geometrico rigoroso della parola, alla proiezione su P dell'oggetto, si dirà,* per definizione di ovvia opportunità, *che l'immagine è perfetta; e che la nitidezza è ovunque infinitamente grande.* In realtà, l'esame attento della immagine fa riscontrare l'esistenza di numerose *deviazioni* dalla similitudine geometrica, le quali possono dividersi in due categorie: le une, di carattere *macroscopico*, dànno origine all'*aberrazione di distorsione*; le altre di carattere *microscopico*, dànno luogo alla *deficienza di nitidezza.* Le prime, che dipendono dal non mantenersi costante in tutta l'immagine il rapporto di similitudine (od anche dal non conservarsi eguali tutti gli angoli corrispondenti), hanno importanza generalmente minore; esse sono state oggetto di recente, da parte del Wandersleb [1], di laboriose e pregevolissime ricerche, condotte con criterî molto pratici che qualcuno potrebbe forse trovare lievemente empirici.

[1] *Ueber die Verzeichnungsfehler photographischer Objektive.* (Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 1907, pp. 33 e 75).

Di natura e di origine molto più complessa sono le altre deviazioni, le quali si traducono essenzialmente in questo: che *gli elementi geometrici* (punti, linee) *dei quali può immaginarsi formato l'oggetto, non trovano nell'immagine elementi corrispondenti*. Le immagini delle linee di contorno degli oggetti (intersezioni del piano P col cono proiettante tangente al loro contorno apparente) sono sempre costituite, difatti, da *strisce di transizione* ad orli sfumati e di larghezza λ variabile, ma finita; e questo spiega perchè i particolari più minuti degli oggetti si dissolvano, per così dire, nella riproduzione.

Ora numerose esperienze dello scrivente, relative più specialmente al caso delle immagini fotografiche e compiute in condizioni assai diverse, hanno dimostrato che la larghezza λ non dipende, entro limiti assai estesi, nè dall'entità della differenza di illuminazione fra le due regioni dell'immagine separate appunto dalla striscia di transizione che si considera, nè dalla durata della *posa*, nè dal modo di condurre lo sviluppo e le altre operazioni fotografiche, nè dalla natura delle lastre sensibili adoperate; ma che dipende invece dalla posizione della striscia nel piano dell'immagine e dalla sua orientazione, oltrechè da altre ovvie circostanze (natura dell'obbiettivo, diametro del diaframma, ecc.). Tenuto perciò conto di questi risultati sperimentali è riconosciuto che la causa *diretta* della deficienza di nitidezza sta nella larghezza finita λ assunta dalle strisce di transizione e che la deficienza si accentua col crescere di λ, è sembrato naturale pensare alla misura oggettiva della deficienza per mezzo appunto di λ e quindi alla *misura oggettiva della nitidezza* per mezzo dell'inverso di λ. Ed un complesso di ovvie ragioni di opportunità persuade lo scrivente a proporre di *assumere come misura della nititidezza ν, in un punto* K *di una immagine ed in una direzione generica l, l'inverso* $\frac{1}{\lambda}$ *della larghezza* λ (espressa in mm.) *della striscia di transizione passante per* K, *quando l'asse della striscia* (cioè la direzione del contorno) *sia in quel punto normale ad l e quando il passaggio dalla regione illuminata a quella oscura avvenga nel senso di l.*

La definizione ora proposta è accettabile solo quando riesca possibile una misura, sperimentale, sufficientemente sicura di λ. Ora di questo, veramente, lo scrivente in principio dubitava, riflettendo alla natura della striscia ed alla degradazione progressiva dei suoi orli; ma ha dovuto riconoscere, e con lui faranno certo la stessa constatazione quelli che vorranno provare, che il dubbio è assolutamente infondato se *la misura viene eseguita direttamente mediante un microscopio* (munito di reticolo mobile, uno dei fili del quale venga portato successivamente a coincidere con i due orli estremi della striscia) *di ingrandimento tale da risolvere decisamente l'immagine fotografica nei granellini di argento che la compongono* [1]. Esiste bensì,

[1] È sufficiente un ingrandimento di un centinaio di diametri.

com'è naturale, una incertezza di puntamento degli orli estremi della striscia, ma il suo ordine di grandezza è assai minore di λ, tanto che il λ può generalmente determinarsi con un errore inferiore al 5 % anche se per ogni orlo si prende la media di soli tre o quattro puntamenti consecutivi.

La ragione di questa relativamente notevole approssimazione dipende dalla circostanza che *al microscopio le variazioni di densità dell'immagine si traducono in variazioni della densità di distribuzione dei granellini di argento*; e di queste ultime l'occhio si accorge assai bene sia perchè esso fa, inconsciamente, come un computo statistico del numero di granellini per unità di area, sia perchè, specie se le due parti dell'immagine sono l'una molto chiara, l'altra molto scura, variazioni piccole di densità dell'immagine si traducono in variazioni relativamente assai grandi del numero di granellini di argento (nella parte più chiara) o del numero di intervalli liberi fra un granellino e l'altro (nella parte più scura) (1).

3. Stabilito come si possa definire e misurare la nitidezza di una immagine in un punto ed in una direzione, ne segue che se si misura la nitidezza nelle varie direzioni passanti per un punto, si potranno rappresentare i risultati sia con un diagramma di tipo *cartesiano* (assumendo come ascisse gli angoli β fatti dalle varie direzioni con una direzione origine e come ordinate le nitidezze ν corrispondenti), sia di tipo *polare* (portando come raggi vettori nelle diverse direzioni quantità proporzionali alle corrispondenti nitidezze). Quest'ultimo diagramma ha un significato geometrico che mostra la possibilità di arrivare alla precedente definizione della nitidezza per un'altra via (che però si presta meno per suggerire una misura delle ν). *Esso può difatti farsi derivare dalla « minima immagine completa » che possa ottenersi, di un punto luminoso, mediante una trasformazione per raggi vettori reciproci* (2).

Supposto centrato il sistema ottico, il *diagramma di nitidezza* sarà lo stesso per tutti i punti equidistanti dal centro dell'immagine, corrispondenti cioè ad *angoli di immagine* α eguali (chiamando α l'angolo che fa con l'asse ottico la congiungente il punto nodale posteriore del sistema col punto dell'immagine che si considera); e per avere la rappresentazione *completa* della nitidezza di una immagine si dovranno costruire i diagrammi per la semplice infinità di punti corrispondenti a valori diversi di α (praticamente per un certo numero di punti abbastanza vicini). Assumendo allora, in uno spazio cartesiano di rappresentazione a tre dimensioni α e β come due delle coordinate e la corrispondente nitidezza ν come terza coordinata, si verrà a definire una *superficie* di ampiezza finita, che costituirà la rappresentazione completa cercata. Tagliandola poi con una serie di piani $\nu = costante$ e

(1) Maggiori particolari sulle modalità del metodo di misura impiegato saranno contenute nel § 5 di una nota che comparirà fra breve nel « Nuovo Cimento ».

(2) Si vegga la citata Nota sul « Nuovo Cimento », § 3.

proiettando, parallelamente, sul piano α, β le linee di intersezione, si avrà ancora la stessa rappresentazione con un diagramma piano, mediante il sistema delle linee $\nu = cost.$ (linee *isonitide*).

Per alcuni scopi pratici l'individuazione della nitidezza dell'immagine può farsi più semplicemente, evitando ricerche laboriose, mediante la conoscenza, in funzione di α, di due sole grandezze, ξ_r (*nitidezza radiale complessiva*) e ξ_t (*nitidezza tangenziale complessiva*), definite come segue in base alle ν_r, ν'_r (nitidezze in senso radiale centripeto e centrifugo), ed alle ν_t, ν'_t (nitidezze in senso tangenziale destrogiro e levogiro):

$$\xi_r = \frac{\nu_r \nu'_r}{\nu_r + \nu'_r} \quad ; \quad \xi_t = \frac{\nu_t \nu'_t}{\nu_t + \nu'_t}$$

Le grandezze ν e ξ sono in ovvia relazione con le definizioni soggettive della nitidezza già ricordate nel § 1.

4. Con i criteri esposti nei paragrafi precedenti lo scrivente ha studiato la nitidezza delle immagini fornite da 14 differenti obbiettivi fotografici dei quali ha potuto disporre per qualche tempo. Le ragioni di brevità che gli hanno impedito di estendersi sopra i particolari del metodo di misura adoperato, gli impediscono altresì di esporre, in questa Nota, i risultati degli studî accennati [1], i quali hanno confermato, a suo giudizio, l'opportunità delle definizioni e delle convenzioni contenute nei paragrafi 2-3; in quanto che le grandezze ν e ξ non solo si sono dimostrate capaci di definire in modo oggettivo e completo il grado di nitidezza dell'immagine ed il grado di perfezione dell'obbiettivo, ma altresì di mettere in rilievo il grado di correzione delle principali aberrazioni e di far rilevare nettamente l'esistenza di una imperfezione, generalmente insospettata, che ha entità *apprezzabile* nella maggior parte degli obbiettivi: la non perfetta centratura delle varie lenti componenti il sistema diottrico.

[1] I quali saranno esposti nel § 6 della Nota che comparirà nel « Nuovo Cimento ».

Chimica. — *Sulle soluzioni citrofosfatiche.* II. *La conduttività elettrica delle soluzioni acquose di acido citrico e fosforico* (1). Nota di U. Pratolongo, presentata dal Socio A. Menozzi.

Proseguendo le indagini sulla costituzione delle soluzioni citrofosfatiche, di cui ho dato conto in una mia Nota precedente (2), ho fatto oggetto di ricerca la conduttività elettrica delle soluzioni acquose di acido fosforico e di acido citrico, in diverso rapporto, estendendo la ricerca all'acido arsenico, il cui comportamento di fronte all'acido citrico, come quello degli arseniati di fronte ai citrati, è del tutto analogo a quello dell'acido fosforico e dei fosfati, e, per confronto, all'acido cloridrico.

Il metodo fu già utilmente seguìto dal Magnanini (3) nello studio delle soluzioni acquose di acido borico e di alcuni acidi organici ossidrilati come di alcuni alcoli.

Con metodo analogo ho determinato la conduttività elettrica di una serie di soluzioni di acido fosforico, arsenico e cloridrico, in presenza, o meno, di acido citrico a diverse concentrazioni. Quale disposizione di misura ho usato un comune apparecchio Kohlrausch, a corrente alternata e telefono.

Delle soluzioni in esame si determinò ad un tempo la densità, il punto di congelamento e la conduttività specifica. Per rimanere nei limiti assegnati a questa Nota, espongo ora i risultati delle misure di conduttività, riservandomi di pubblicare i dati densimetrici e crioscopici in un lavoro, più completo, sull'argomento.

I dati che seguono sulla conduttività elettrica delle soluzioni esaminate, sono media di almeno tre determinazioni: l'errore probabile di ogni dato non supera 0.005.

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica Agraria della R. Scuola Superiore di Milano.

(2) Questi Rendiconti, *20*. I, 812.

(3) Gazz. Chim., *20*, 428, 441, 448, 453 [1890]; *21*, 215 [1891]; *22*, 541 [1892]; *23*, 451 [1893]; Atti Accad. Gioenia di Sc. Nat. [4], *5* [1892].

Soluzioni di acido citrico e cloridrico.

Numero d'ordine	Conc. dell'acido citrico $C_6H_8O_7+H_2O$ gr. mol. per litro	Conc. dell'acido cloridico HCl gr. mol. per litro	Conduttività specifica cm^{-1} Ohm^{-1} $H_{18}.10^3$
1	1.—	1.—	209
2	»	0.5	113
3	»	0.25	60.5
4	»	0.125	31.8
5	»	—	6.87
6	0.5	1.—	251
7	»	0.5	136
8	»	0.25	71.4
9	»	0.125	37.9
10	»	—	5.82
11	0.25	1.—	274
12	»	0.5	148
13	»	0.25	77.3
14	»	0.125	39.9
15	»	—	4.40
16	0.125	1.—	284
17	»	0.5	154
18	»	0.25	80.3
19	»	0.125	40.8
20	»	—	3.15
21	—	1.—	299
22	—	0.5	162
23	—	0.25	85.3
24	—	0.125	43.6 (1)

Soluzioni di acido citrico e fosforico.

Numero d'ordine	Conc. dell'acido citrico $C_6H_8O_7+H_2O$ gr. mol. per litro	Conc. dell'acido fosforico H_3PO_4 gr. mol. per litro	Conduttività specifica cm^{-1} Ohm^{-1} $H_{18}.10^4$
1	1.—	1.—	419
2	»	0.5	247
3	»	0.25	157
4	»	0.125	117
5	»	—	68.7
6	0.5	1.—	495
7	»	0.5	277
8	»	0.25	178
9	»	0.125	121
10	»	—	58.2
11	0.25	1.—	527
12	»	0.5	299
13	»	0.25	181
14	»	0.125	121
15	»	—	44.0
16	0.125	1.—	547
17	»	0.5	297
18	»	0.25	179
19	»	0.125	116
20	»	—	31.5
21	—	1.—	550
22	—	0.5	311
23	—	0.25	183
24	—	0.125	114 (2)

(1) I dati del Kohlrausch sulla conduttività elettrica equivalente delle soluzioni acquose d'acido cloridrico $\nu = 1$ e $\nu = 2$, sono $\Lambda = 301$ e $\Lambda = 327$, rispettivamente.

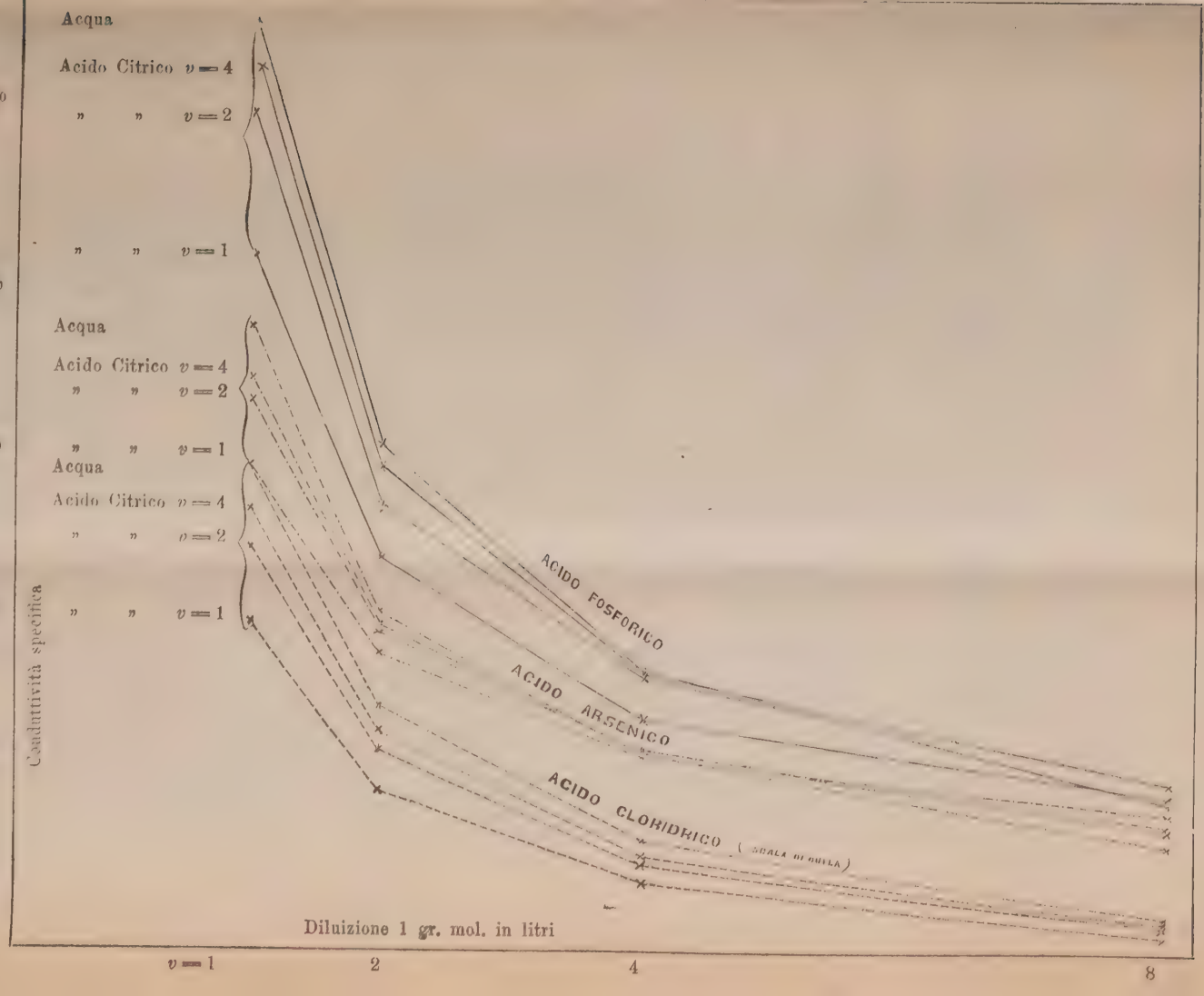
(2) Il dato del Kohlrausch sulla conduttività elettrica equivalente delle soluzioni acquose d'acido fosforico $\nu = {}^1/_3$, è $\Lambda = 17.7$.

Soluzioni di acido citrico ed arsenico.

Numero d'ordine	Conc. dell'acido citrico $C_6H_8O_7 + H_2O$ gr. mol. per litro	Conc. dell'acido arsenico H_3AsO_4 gr. mol. per litro	Conduttività specifica cm^{-1} Ohm^{-1} $H_{18} . 10^4$
1	1.—	1.—	299
2	»	0.5	191
3	»	0.25	134
4	»	0.125	103
5	»	—	68.7
6	0.5	1 —	335
7	»	0.5	203
8	»	0.35	138
9	»	0.125	98.0
10	»	—	58.2
11	0.25	1.—	348
12	»	0.5	208
13	»	0.25	135
14	»	0.125	94.4
15	»	—	44.0
16	0.125	1.—	357
17	»	0.5	208
18	»	0.25	134
19	»	0.125	89.6
20	»	—	31.5
21	—	1.—	378
22	—	0.5	216
23	—	0.25	133
24	—	0.125	84.8

I dati sono anche riportati nel diagramma che segue.

L'esame dei dati e delle curve di conduttività tracciate in tale diagramma non rivela alcuna delle singolarità d'andamento, che sono in genere indice della formazione di ioni complessi. Solo appare, quale azione dell'acido fosforico e arsenico, una diminuzione di conduttività, crescente per concentrazioni crescenti di acido citrico e che, in quanto è comune alle soluzioni di acido cloridrico, citrico e arsenico, può agevolmente essere ricondotta all'aumento d'attrito interno delle soluzioni, causato dalla presenza di acido citrico. I risultati delle ricerche così compiute, come di quelle compiute in precedenza, se non permettono di escludere la presenza di ioni complessi citrofosfatici nelle soluzioni studiate, in ogni misura (il problema trascende le possibilità sperimentali), ne limita grandemente il campo di esistenza possibile.


Acqua
Acido Citrico v = 4
" " v = 2
" " v = 1
Acqua
Acido Citrico v = 4
" " v = 2
" " v = 1
Acqua
Acido Citrico v = 4
" " v = 2
" " v = 1
500
400
300
200
100
Conduttività specifica
$K_{18} \cdot 10^4$
ACIDO FOSFORICO
ACIDO ARSENICO
ACIDO CLORIDRICO (SCALA DI DESTRA)
Diluizione 1 gr. mol. in litri
v = 1
2
4
8

Chimica. — *Sui borati. Sistema* B^2O^3-$(NH^4)^2O$-H^2O a 30°. Nota II di U. Sborgi, presentata dal Socio R. Nasini (1).

Nella Nota I sui borati, pubblicata nel fasc. 12°, vol. XXI, 2, pag. 855, ho descritto le modalità delle esperienze per lo studio del sistema $(NH^4)^2O$-B^2O^3-H^2O a 30°. I resultati sperimentali sono quelli che riporto più avanti nella tabella I.

Come ho già detto nella Nota precedente, per alcune esperienze furono eseguite determinazioni su campioni di soluzioni presi ad intervalli distanti di tempo: queste doppie esperienze non appariscono nella tabella, o perchè si ebbero risultati concordanti o perchè, dove (raramente) non si ebbero concordanti, l'esperienza non è riportata perchè non tenuta in conto.

In tre esperienze non si trova riportata la composizione del resto: essa non fu determinata, o si ebbe qualche numero incerto: ma queste esperienze furono riportate perchè fissano dei punti sulla curva di solubilità.

La fig. 1 rappresenta graficamente i risultati sperimentali e ne permette l'interpretazione. La figura è soltanto schematica. Il modo di rappresentazione è quello dei triangoli di Roozeboom nei quali — come è noto — ogni superficie triangolare equilatera — che rappresenta un'isoterma — ha il lato = 100. Cosicchè sui tre vertici si ha il 100 % di ognuno dei tre componenti; ogni punto di ogni lato rappresenta un miscuglio di due componenti che si trovano agli estremi, ed il punto ne indica direttamente la composizione centesimale; ogni punto interno al triangolo rappresenta un miscuglio dei tre componenti, le percentuali di ciascuno dei quali sono esprimibili graficamente con regole semplicissime.

Si applicò il metodo del resto di Schreinemakers: ottenuta la soluzione si analizzava come è stato detto nella Nota I, e si esprimeva in % dei tre componenti, con che si otteneva nel diagramma triangolare un punto della curva di solubilità del corpo di fondo: poi si analizzava il resto, cioè il corpo di fondo imbevuto di soluzione, e si esprimeva questo pure in percento dei componenti, con che si otteneva un secondo punto: per i due punti si faceva passare una retta. Come è noto, il punto di incontro delle varie linee così dette di coniugazione, costruite nel modo ora detto, rappresenta la composizione in % dei tre componenti del composto da cui si sono ottenute le varie linee di coniugazione.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Chimica generale dell'Università di Pisa.

Credo superfluo insistere di più in questi particolari teorici che sono ormai ampiamente svolti, oltrechè nelle note originali, anche nei trattati. E riporto senz'altro i risultati sperimentali nella seguente tabella I

TABELLA I.

Esperienza N.	Soluzione			Resto			
	$(NH^4)^2O$ % gr.	B^2O^3 % gr.	H^2O % gr.	$(NH^4)^2O$ % gr.	B^2O^3 % gr.	H^2O % gr.	
1	0.2345	4 8064	94.9591	0.1298	32.2820	67.5891	H^3BO^3
2	0.7023	7.2020	92.0957	0.3836	29.93	69.6864	„
3	0.7810	7.62	91.599	3.3256	30.762	65.9124	H^3BO^3-$(NH^4)^2O.5B^2O^3.8H^2O$
4	0.988	7.526	91.386	5.901	38.6668	55.4322	$(NH^4)^2O.5B^2O^3.8H^2O$
5	1 075	7.758	91.167	5.287	35.993	58.720	„
6	1.0825	7.6625	91.240	5.369	35.150	59.48	„
7	1.7064	9.1345	89.1591	5.465	37.424	58.10	„
8	1.7585	9.2750	88.9665	3.7907	24.39	71.8193	„
9	2.0219	10.022	87.9561	4.673	28.333	66.994	„
10	2.2465	10.7090	86.9445	5 8325	37.8050	56.3625	„
11	2.4477	11.30	86.253	—	—	—	„
12	2.6649	11.8580	85.4771	5.611	34.850	59.539	„
13	2.89	12.315	84.785	6.717	41.97	51.313	„
14	2.945	12.79	84.265	5.738	33.688	60.574	„
15	3.125	12.59	84 285	4.58	19.245	76.175	
16	3.4346	6.3510	90.2144	13.82	34.86	51.32	$2(NH^4)^2O.4B^2O^3.5H^2O$
17	6.5096	4.4814	89.009	14 699	32.094	53 207	„
18	10.45	3 366	86.184	16.735	32.170	51.095	„
19	17.3670	2.0927	80.5403	19.345	21.781	58.874	„
20	18.055	2.019	79.926	21.08	37 533	41.387	„
21	19.233	1.976	78.791	20.06	31.085	48.855	„
22	24.80	1.508	73.692	—	—	—	„
23	25.29	1.432	73.278	—	—	—	„
24	30 56	1 2174	68.226	27.125	35.168	37.707	„
25	34.225	0.908	64.867	28.785	32.493	38.722	„
26	43.846	0 8049	55.3492	33.43	28.83	37.74	„
27	45.34	0.8448	53.8152	37.03	21.81	41.16	„

e la loro espressione grafica nella fig. 1. Ho già detto che la figura è soltanto schematica [1]: non vi sono riportate se non le linee di coniugazione estreme per ogni composto: la curva di solubilità del composto 1-5-8 della quale furono determinati moltissimi punti come apparisce dalla tabella, è rappresentata con un tratto di retta; al contrario, nella curva di solubilità del composto 2-4-5 sono indicati tutti i punti determinati sperimentalmente.

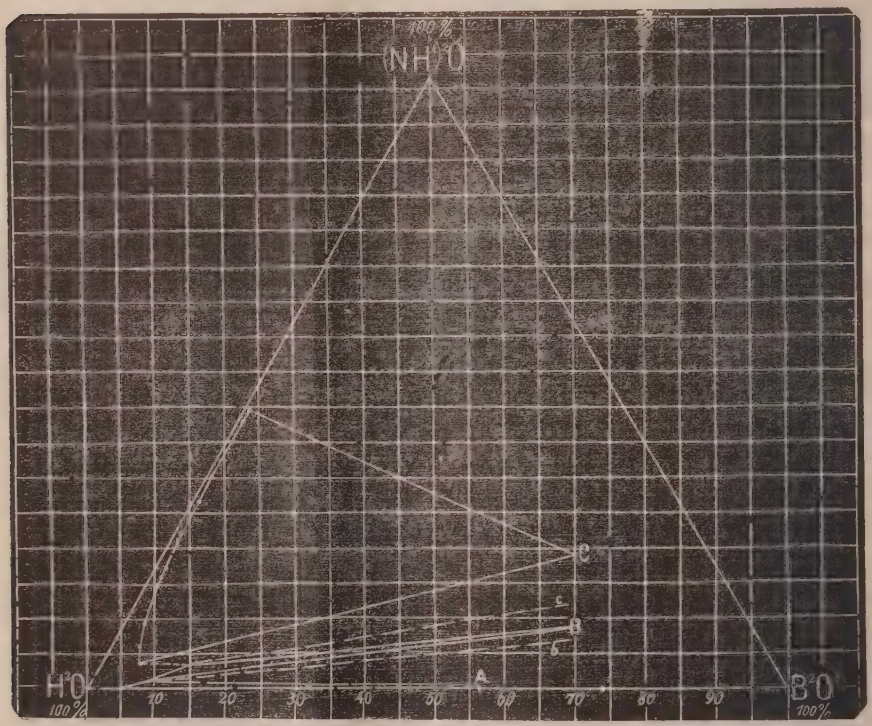


Fig. 1.

Nelle ultime due esperienze fu posto a reagire acido borico con ammoniaca concentratissima e poi fatta gorgogliare lungamente nel liquido ammoniaca. Alla temperatura ambiente (circa 15°) sembrava formarsi un nuovo composto, perchè, ponendo poi in termostato a 30°, si aveva uno sviluppo di gas dal corpo di fondo. Comunque, si era così sicuri di aver portato la concentrazione dell'ammoniaca fin dove era possibile. Già i resultati quali

[1] Sarebbe occorsa una scala assai più grande perchè i risultati potessero essere espressi tutti senza nuocere alla chiarezza della figura. Naturalmente, questo fu fatto ed è facilissimo a farsi in base alle esperienze riportate nella tabella I.

sono espressi nella tabella indicano tre gruppi di numeri ben distinti: nelle prime due esperienze il % di ammoniaca nella soluzione superò il % di ammoniaca nel resto. Dalla 3 questo scompare (fino alle 24). La soluzione contiene dalle 3 alle 15 quantità percentuali crescenti di B^2O^3 col crescere della concentrazione in ammoniaca: dalla 15 alla 16 bruscamente il % salta da 12,59 a 6,35, ed ora per quantità crescenti di ammoniaca il % in B^2O^3 decresce (1). Solo due o tre numeri fra tutti scartano di qualche decimo %. Così il % della 6 dovrebbe essere crescente in confronto a quello della 5.

Riportando i risultati sperimentali nel diagramma triangolare (fig. 1), si ha che le linee di coniugazione delle esperienze 1 e 2 finiscono sulla retta H^2O-B^2O^3: il corpo di fondo è acido borico (A del diagramma). Per le esperienze 3-12 le linee di coniugazione non indicano un punto di incontro ben netto. È noto che quando le rette di coniugazione sono — e questo è un caso tipico — molto addossate, cioè l'angolo formato dalle rette di congiunzione più lontane sulla curva di solubilità è piccolissimo, non si può più avere nessun indizio sicuro sul loro punto di incontro. Nonostante ciò, anche in questo caso le esperienze non sono senza scopo, perchè servono: 1°, a determinare la curva di solubilità; 2°, a decidere se si passa con continuità da una curva ad un'altra, cioè da un composto ad un altro. Anche per i borati di sodio e di potassio a 30° il primo composto che si ottiene come corpo di fondo per concentrazioni minime delle due basi K^2O e Na^2O presenta sul diagramma un fascio di rette, il punto di incontro delle quali è impossibile a determinarsi (2). La composizione del corpo di fondo in quei casi fu determinata direttamente preparando il composto e analizzandolo. Si trovò, sia per K^2O, sia per Na^2O, la formula 1-5-8. Ora, anche per il primo borato d'ammonio a 30° tutte le linee di coniugazione passano addossate per il punto 1-5-8 (B del diagramma). Non vi ha dubbio, mi pare, che il corpo di fondo della prima curva di solubilità è anche qui, come per i borati di potassio e di sodio, il composto 1-5-8. Dei borati noti e riportati nella tabella a pag. 856 della Nota I (3), il più vicino per composizione all'1-5-8 è l'1-6-9: ora tutte le linee di coniugazione passano decisamente per il punto 1-5-8 e lontane dal punto 1-6-9 del diagramma. Inoltre ritengo sufficientemente dimostrativa la seguente esperienza: Fu determinata la composizione della soluzione dopo aver fatto reagire, come al solito, una certa quantità di acido borico, ammoniaca ed acqua. E si ebbe

$(NH^4)^2O$ % 2,8106 B^2O^3 % 12,2400 H^2O % 84,9494.

(1) Il passaggio dalla curva a corpo di fondo B a quello di fondo C (v. fig.) non fu seguito più completamente. Mi riserbo di tornare su questo punto dopochè il sistema sia studiato ad altre temperature.

(2) Dulkeski, Zeitsch. f. amorg. Ch. 50.38.

(3) Vedi Rendic. della R. Acc. Lincei Vol. XXI, 2, fasc. 12.

Poi, tenendo lo stesso rapporto nelle quantità iniziali dei componenti, si preparò molto corpo di fondo e si filtrò con leggera aspirazione in termostato a 30° fino ad avere un resto quasi asciutto. Si seccò rapidamente tra carta da filtro, e si analizzò. Come resultato concordante di due analisi si ebbe

$(NH^4)^2O$ % 7,56 B^2O^3 % 48,20 H^2O % 44,24.

La linea di coniugazione così ottenuta passa esattamente per il punto 1-5-8. Dalla esperienza 16 alla 27 tutte le linee convergono con piena evidenza nel punto C. Questo punto risponde alla seguente composizione:

$(NH^4)^2O$ %	22,75
B^2O^3 %	58.32
H^2O %	18,93

e queste percentali dànno come formula più semplice il composto 2-4-5, al quale rispondono teoricamente le percentuali seguenti:

$(NH^4)^2O$ %	21,94
B^2O^3 %	59,07
H^2O %	18,98

in buon accordo con quelle trovate.

Oltrechè graficamente, il punto C venne anche calcolato dai resultati sperimentali: i due metodi — quello grafico e l'analitico —, come è naturale, si equivalgono. Per esempio, dalla esperienza 17 e dalla 27 si hanno le seguenti due equazioni:

$$(1) \qquad \frac{x - 6,50}{y - 4,48} = \frac{14,70 - 6,50}{32,10 - 4,48}$$

$$(2) \qquad \frac{x - 43,846}{y - 0,805} = \frac{28.785 - 43,846}{32,493 - 0,805}$$

da cui si ricava

$$x\,[(NH^4)^2O] = 22,47\ \%$$
$$y\,(B^2O^3) = 58,30\ \%.$$

La retta della esperienza 3 (*b* della figura) risponde a un punto che ha per corpo di fondo due fasi, H^3BO^3 e $(NH^4)^2O\ 5B^2O^3\ 8H^2O$.

Il composto 1-5-8 si formava sempre come una poltiglia microcristallina, difficilissima a separarsi dalla soluzione liquida.

Il composto 2-4-5 era, al contrario, in cristalli piccoli ma ben formati, salvo che per altissime concentrazioni di ammoniaca nella soluzione. Si formava aderendo alle pareti: nella formazione si aveva un sensibile sviluppo di calore. Questo composto non era mai stato descritto.

Come si vede dal decorso di una retta che si facesse passare per B (1-5-8) e per il vertice H^2O, il composto 1-5-8 può venir sciolto in acqua a 30° senza subire decomposizione. La solubilità in acqua risulta uguale a 9.10 del sale considerato anidro (riferita a 100 parti di soluzione) e a 12,35 del sale idrato (riferita pure a 100 parti di soluzione).

Sulla solubilità del composto 2-4-5 in acqua pura ritornerò in una delle prossime note riguardanti questo sistema, che come ho già detto sarà studiato a diverse altre temperature.

Chimica. — *Solubilità dell'alluminio non puro nell'acqua distillata.* Nota di Alberto Scala, presentata dal Corrispondente A. Peratoner.

Prima di discutere i risultati, esposti nella Nota precedente, era necessario di conoscere la composizione dell'alluminio che aveva servito per le esperienze, altrimenti certi risultati sperimentali avrebbero potuto essere male interpretati, ovvero avrebbe potuto essere attribuita all'alluminio una azione in realtà dovuta ad altro metallo contenutovi come impurità, od alla lega dei due.

Riferisco i risultati dell'analisi, ottenuti seguendo i dettami dei migliori trattati di analisi quantitativa:

Alluminio	%	99,371
Ferro	»	0,070
Silicio	»	0,401
Calcio	»	traccie
Sodio	»	0,039
Totale . .	»	99,881

I dati analitici dimostrano che l'alluminio è tutt'altro che puro; ma che è uno dei migliori prodotti industriali odierni, preparato con materie prime relativamente pure e con metodi più perfetti degli antichi. Secondo Moissan, oggi l'industria può dare un alluminio a 980 millesimi, non contenente che 5 o 10 millesimi di ferro e di silicio e traccie di sodio. Devo aggiungere, ancora, che, per quante ricerche siano state fatte, non è stato possibile di avere un alluminio puro, quale sarebbe stato necessario per istituire confronti in esperienze di tanta importanza. Poichè si trattava di decidere se la ossidazione dell'alluminio avvenga per azione diretta od indiretta dell'acqua distillata, e se l'alluminio sia veramente un metallo così ossidabile nell'acqua, quale i fatti lo dimostrano. Nella impossibilità, adunque, di affrontare il problema direttamente, ho dovuto ricorrere ad una via indiretta,

molto più lunga, la quale però doveva egualmente condurmi alla soluzione desiderata.

Prima di tutto, non si può più accogliere il dubbio che l'idrogeno abbia potuto svilupparsi per l'azione dei metalli alcalini ed alcalino-terrosi sull'acqua; perchè l'analisi dimostra che questi metalli, costituenti l'impurità dell'alluminio, sono in quantità troppo piccola e spoporzionata agli effetti reattivi descritti, ed anche perchè questi avrebbero reagito sull'acqua, non già dopo un tempo molto lungo, ma immediatamente. Quindi lo sviluppo dell'idrogeno avrebbe dovuto manifestarsi all'inizio dell'esperienza, e proseguire, sebbene lentamente, fino alla intera trasformazione dei metalli alterabili coll'acqua, o fino a che circostanze speciali non avessero opposto un ostacolo.

Non rimaneva dunque da prendere in considerazione che il ferro, e supporre in esso la funzione ossidante e catalizzatrice contemporaneamente, perchè la sua quantità nell'alluminio è molto piccola e perchè d'altra parte la reazione ha tutto l'andamento diastasico. Però, se tali proprietà non sono estranee al ferro in combinazioni organiche, dubbie dovevano esser credute nel caso dell'alluminio, di cui mi occupo, perchè non vi ha esempio, che io sappia, da suggerire previsione siffatta.

Per la qual cosa, ho creduto opportuno di istituire alcune esperienze, per riprodurre artificialmente il fenomeno, quale si era manifestato nel procedimento naturale. Poichè, pensavo, se il ferro rappresenta in realtà, la causa della ossidazione dell'alluminio, è necessario che esso passi prima in soluzione nell'acqua allo stato di ossido idrato colloidale e poi reagisca sull'alluminio e lo trasformi. Onde, il lungo contatto dell'acqua distillata coll'alluminio, prima che si manifesti l'annerimento della superficie metallica immersa: lo sviluppo d'idrogeno e la trasformazione dell'alluminio in ossido idrato, in seguito.

Se così sia veramente, l'attacco dell'alluminio avrebbe potuto essere accelerato, quando la superficie metallica fosse venuta in contatto con una soluzione colloidale di ossido di ferro.

Ho preso, perciò, due bicchierini di alluminio commerciale, della capacità di 100 cmc. all'incirca; li ho pulimentati internamente con carta vetrata, li ho lavati accuratamente con acqua comune, con acqua distillata pura, e finalmente li ho riempiti ambedue con acqua distillata e posti sotto campana con vaschetta contenente soluzione concentrata di potassa. In uno, poi, ho immerso una lamina di ferro pulimentata e ve l'ho lasciata per un'ora, nella speranza che si fosse disciolto ferro, sufficiente per la reazione, quantunque sapessi, per esperienze istituite all'uopo, che in tale spazio di tempo si sciolgono gr. 0,00030 di ferro, nella forma di ossido. Ho lasciato così i due bicchierini alla temperatura dell'ambiente, sottoposti ad una osservazione continua e diligente.

Dopo 4 giorni, il liquido contenente ferro ha preso un aspetto diverso da quello dei giorni antecedenti, e piuttosto nerastro: contemporaneamente la superficie metallica immersa ha preso pure un tono nettamente nerastro. Al quinto giorno, hanno incominciato a svilupparsi bolle di gas, proprio come è avvenuto nell'esperimento diretto; mentre nel bicchierino con acqua distillata pura non si è manifestato alcun cambiamento.

Non contento di ciò, e temendo che la immersione della lamina di ferro nell'acqua contenuta nel bicchierino stesso, ove doveva avvenire la reazione, avesse potuto provocare fenomeni elettrici, capaci di favorire la reazione od anche di deviare l'andamento ordinario di una ipotetica reazione, ho voluto rinnovare l'esperimento in condizioni un po' diverse da quelle dianzi descritte.

I bicchierini stessi, che hanno servito nella esperienza antecedente, sono stati vuotati dell'acqua, asciugati, pulimentati con carta vetrata e lavati, come è stato detto.

Uno è stato riempito con acqua distillata pura; l'altro è stato riempito con acqua distillata, nella quale poco anzi era stata immersa, per un'ora, una lamina pulimentata di ferro, in un bicchiere di vetro di Jena. Ho messo i due bicchierini sotto la campana e li ho osservati attentamente ed accuratamente. Dopo 7 giorni sulla superficie metallica immersa, nel bicchierino contenente acqua ferruginosa, incominciò a manifestarsi un annerimento; dopo 9 giorni la superficie immersa è nettamente nera e si sviluppa qualche bollicina di gas.

Nel liquido decantato si trovano solo traccie di alluminio e di ferro.

Nell'altro bicchierino nulla di notevole, e nell'acqua traccie dubbie di allumina.

Non contento ancora, ho voluto allargare l'esperimento, per trasformarlo da qualitativo in quantitativo, operando a freddo ed a caldo in recipienti più grandi e con masse d'acqua anche più grandi, ove si fosse potuta eseguire la determinazione del ferro con una certa sicurezza.

Ho messo, cioè, 400 cmc. di soluzione colloidale di ossido di ferro, ottenuta nel modo detto or ora, in un recipiente di alluminio capace e pulimentato internamente, e il tutto ho messo sotto campana con vaschetta contenente soluzione di potassa. Non ho avuto annerimento della superficie immersa, nemmeno dopo un mese.

Ho ripetuto l'esperimento, facendo bollire l'acqua ferruginosa per qualche ora, e non ho visto annerire affatto la superficie metallica immersa; invece si è ingiallita, ed alla superficie dell'acqua manifeste apparivano le pellicole giallo-dorate.

Ambedue gli esperimenti sono stati ripetuti più volte, sempre con identico risultato; per cui è stato inutile eseguire determinazioni quantitative, per dimostrare la probabile fissazione del ferro sull'alluminio. Contuttociò,

questi esperimenti non sono stati interamente senza frutto, perchè hanno dimostrato la influenza della superficie liquida, esposta all'aria, sui risultati, ed anche lo stato di ossidazione del ferro.

L'esperimento, però, che doveva dimostrare fino all'evidenza l'importanza del ferro nella ossidazione dell'alluminio è il seguente:

Ho fuso una certa quantità di alluminio con una certa quantità di ferro purissimo, fino alla liquefazione completa di ambedue. La massa, raffreddata e consolidata, è stata nuovamente fusa e colata, per eliminare le scorie ed il ferro che eventualmente non si fosse fuso e non amalgamato. Il piccolo blocco metallico ottenuto si presentava, dopo raffreddamento, del colore stesso dell'alluminio; era così fragile che non si modellava a colpi di martello, ma si frantumava ed internamente aveva struttura cristallina. Il ferro contenuto in questa lega è risultato dall'analisi seguente:

Lega presa per la determinazione	gr.	2,4208
Ossido ferrico separato e pesato .	»	0,5014
Ferro calcolato dall'ossido . . .	»	0,3506
Ferro in 100 di lega.	»	14,49

Della lega frammentata ho preso gr. 6,6, costituiti di 8 pezzetti grandi, 7 piccoli e pochi altri piccolissimi; li ho messi in un eudiometro, che poi ho riempito interamente con acqua distillata pura e capovolto in un piccolo *becher* di vetro di Jena, contenente pure acqua distillata, fino a toccarne il fondo, per modo che i pezzetti di lega non uscissero dall'eudiometro, discesi in basso. Dopo qualche ora, ho visto da questi sprigionarsi delle bolle di gas, che sulle prime ho preso per aria sciolta dalla lega, nel passaggio dallo stato liquido al solido, ma che poi ho dovuto attribuire al prodotto di una reazione, perchè non solo aumentavano di numero ma anche di grandezza.

Dopo 8 giorni, sono stati raccolti cmc. 21,7 di gas alla temp. di 15°,5 ed alla pressione di 761,50, ovvero cmc. 20,17 a 0° e 760^{mm}.

Questo gas non è assorbito affatto dalla potassa e dal pirogallato di potassio, e brucia con scoppio, allorchè si avvicini ad una fiamma. Quindi, non può essere che idrogeno, il quale proviene dalla decomposizione dell'acqua, provocata dall'ossidazione dell'alluminio, proprio come avveniva con lentezza negli esperimenti diretti e già noti.

L'acqua contenuta nel bicchierino, limpida e scolorata, è stata evaporata in bagnomaria fino a pochi centimetri cubici, ed il residuo è stato trattato con un po' di soluzione concentrata di potassa, per sciogliere l'allumina e separare il ferro. Si è manifestato uno sviluppo di gas, che ha destato in me molta meraviglia, perchè non si poteva supporre che pezzetti o polvere di alluminio o di lega fossero passati inavvertiti nell'acqua. Contuttociò, ho seguitato l'evaporazione ed ho ottenuto un deposito nero piccolissimo, come di ferro ridotto.

Ho determinato in questo residuo l'allumina ed il ferro ed ho avuto, i risultati seguenti:

Al_2O_3 gr. 0,011642 = Al gr. 0,00061
Fe_2O_3 » 0,008470 = Fe » 0,00590.

Ho ripetuto l'esperimento, non solo per rivedere i fatti or ora notati, ma soprattutto per eliminare ogni dubbio sullo sviluppo di gas, manifestatosi nel trattamento con potassa dell'acqua concentrata e rimasta in contatto della lega alluminio-ferro.

In questo nuovo esperimento ho avuto lo sviluppo d'idrogeno come dianzi, ed ho prolungato il contatto dell'acqua colla lega più che nella esperienza antecedente, col fine di ottenere risultati più visibili e non dubbî. Difatti, interruppi l'esperienza allorchè il gas non soltanto aveva riempito l'eudiometro, ma traboccava da qualche giorno. Ho tolto l'eudiometro dal becherino, facendo in esso cadere i pezzettini di lega; ho decantato l'acqua in un altro becherino, ove l'ho lasciata per qualche ora affinchè le sostanze in sospensione avessero agio di depositarsi, e nuovamente ho decantato l'acqua, lasciandone una certa quantità per evitare il passaggio di particelle deposte. Ho scartato la filtrazione, sia per carta, sia per amianto od altro, perchè molte sostanze colloidali sono trattenute dalle materie filtranti, e le soluzioni divengono vuote.

Il liquido decantato, limpidissimo e scolorato, è stato evaporato in bagnomaria fino a pochi centimetri cubi e trattato con alcune goccie di soluzione concentrata di potassa. Ho avuto uno sviluppo manifesto di gas, come se l'alcali fosse venuto in contatto di alluminio metallico.

Nessun dubbio, adunque, mi sembra che possa più esistere sulla causa dell'ossidazione dell'alluminio nell'acqua distillata e sulla interpretazione da darsi alla maggiore o minore celerità colla quale avviene la ossidazione. Da ciò segue la supposizione che il ferro, essendo un metallo facilmente ossidabile e facilmente solubile nell'acqua, per agire da ossidante sull'alluminio, deve raggiungere nel liquido una determinata concentrazione, la quale sarà raggiunta rapidamente o lentamente a seconda che nell'alluminio vi sia maggiore o minore quantità di ferro, ovvero a seconda che l'acqua agisca su di una lega a titolo elevato di ferro oppure a titolo basso o bassissimo. L'annerimento della superficie metallica immersa è l'indice di cotesta concentrazione raggiunta, anzi oltrepassata, poichè è in questo momento che il ferro inizia quell'azione ossidante, meravigliosa, infinita, propria esclusivamente delle diastasi. Ho detto infinita, quantunque appaia che questa azione tenda ad un limite, come abbiamo visto dallo sviluppo di idrogeno, che va affievolendosi per quasi annullarsi dopo un mese e 12 giorni. Ciò avviene però, come io credo, per la sottrazione costante della superficie metallica, poichè su di essa cristallizza e tenacemente aderisce uno strato più o meno spesso

di idrossidi di alluminio, e soprattutto per una sottrazione costante di ossido di ferro; perchè l'idrossido di alluminio, racchiude, cristallizzando, il ferro, nella forma di ossido, colorandosi in giallo, e nella forma di una probabile combinazione di allumina, ferro e silice, colorandosi in marrone. Vale a dire, si sottrae la materia su cui deve agire l'acqua ed il ferro, e si sottrae il ferro, che è la causa della ossidazione.

Fin qui sono stati descritti ed ordinati i fatti caduti sotto la osservazione; proviamo ora a spiegarne la origine e l'andamento, quantunque appaia e veramente sia una cosa non facile e piana.

Abbiamo visto che l'alluminio si scioglie, trasformandosi, nell'acqua distillata, in quantità relativamente abbondante, per opera principalmente del ferro, che all'alluminio si trova commisto. Ciò non esclude che l'alluminio puro sia attaccato dall'acqua distillata e portato in soluzione allo stato metallico, come avviene dell'argento e del platino, che coll'alluminio hanno comune la insolubilità. Comunque, o l'alluminio si sciolga allo stato metallico, o si sciolga allo stato di ossido idrato, o per solubilità propria o provocata, le soluzioni hanno sempre il carattere e le proprietà colloidali, come siamo tratti a credere, per molti segni acquisiti nel presente lavoro, per osservazioni dirette all'ultramicroscopio e per analogie.

Il ferro, al contrario, è un metallo facilmente attaccato ed ossidato dall'acqua distillata, e passa anche facilmente in soluzione nella forma di idrossido colloidale.

Nel caso, adunque, che una lega di alluminio e ferro venga in contatto coll'acqua distillata, il primo a passare in soluzione sarà il ferro, come, tacendo bollire acqua distillata in capsule di argento e di platino, contenenti rame, il primo a passare in soluzione, ed in quantità relativamente più abbondante, era proprio il rame (1).

Il ferro passa in soluzione come ossido ferroso, il quale assume lo stato colloidale; ovvero, mantenendo l'ipotesi emessa, (2) la micella si combina ad un numero non definito di molecole d'acqua, divise nei rispettivi ioni. Avremo, cioè,

$$\left[\mathrm{Fe}<\begin{matrix}\mathrm{OH}\\ \mathrm{OH}\end{matrix}\right]_m \left(\mathrm{O\bar{H}'}\ \mathrm{\overset{+}{H}'}\right)_n,$$

L'ossido ferroso colloidale ha tendenza minore ad aggregarsi ed a cristallizzare che non l'ossido ferrico, e quindi, fino a che rimarrà in tale stato di ossidazione, sarà suddiviso in micelle piccolissime, mobilissime ed anche

(1) Rendic. R. Accad. Lincei, 1909, 1° sem., p. 542.
(2) Mem. R. Accad. Lincei, Cl. sc. fis. ecc., vol. VIII, 1911, p. 594.

chimicamente più attive. Ed ecco perchè nel passaggio dallo stato ferroso allo stato ferrico si ha anche abbassamento dell'attività chimica delle micelle, perchè l'ossido ferrico ha tendenza ad aggregarsi, a separarsi dal liquido ed a cristallizzare.

L'ossido ferroso colloidale pare che dal liquido sia attratto sulla superficie metallica, ove si accumula ed ivi resta, finchè condizioni speciali non determinino l'inizio di una reazione colloidale, che si manifesta coll'annerimento della superficie metallica immersa e collo sviluppo di gas idrogeno. Questa reazione può essere rappresentata colla formola generale seguente:

$$\left[Fe<\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right]_M\left(\bar{O}\bar{H}'\overset{+}{H}'\right)_{3n}+Al_n \longrightarrow \left[Fe<\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right]_M\left(\bar{O}H'\right)_{3n}Al_n+3n\,H\,.$$

Però il composto ossido ferroso colloidale alluminio non è stabile e si decompone, per idrolisi, in ossido idrato di alluminio ed ossido ferroso, il quale nuovamente assume lo stato colloidale e torna ad agire sull'alluminio, come fanno tutte le diastasi note:

$$\left[Fe<\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right]_M\left(\bar{O}H'\right)_{3n}Al_n+3n\,H_2O \longrightarrow \left[Fe<\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right]_M\left(\bar{O}\bar{H}'\overset{+}{H}'\right)_{3n}+Al_n(OH)_{3n}\,.$$

La combinazione colloidale ossido ferroso-alluminio non si può dire del tutto ipotetica, perchè ha un appoggio nel fatto che l'acqua, rimasta in contatto colla lega di alluminio ad alto titolo di ferro, separata e concentrata in bagnomaria, sviluppa gas, per aggiunta di potassa caustica. Ciò non si può spiegare se non supponendo che il riscaldamento arresti la idrolisi, quale è indicata dalla formola, perchè l'ossido ferroso passa allo stato ferrico e prevale questa ossidazione sull'alluminio non ossidabile, il quale si separa allo stato metallico, forse nella forma colloidale.

Questa, a mio modo di vedere, è la interpretazione dei fatti osservati e riferiti in questo lavoro; però non escludo che ve ne sia anche un'altra, e molto diversa. Così, si può supporre che l'ossido di ferro, passato in soluzione in una quantità determinata, sia ridotto dall'alluminio e si formi, sulla superficie immersa, una lega di ferro e di alluminio, funzionante da coppia, per azione della quale poi proseguirebbe la ossidazione dell'alluminio. In questo caso, l'ossidazione maggiore avverrebbe proprio per azione diretta dell'ossigeno, il quale si dovrebbe sviluppare dalla decomposizione dell'acqua, per azione della corrente elettrica, che solo acquista una determinata funzione quando la lega sia arrivata ad una certa percentuale, ovvero quando dalla coppia si abbia una corrente di una certa tensione. L'annerimento della superficie immersa segnerebbe precisamente il punto nel quale si raggiunge cotesto ottimo.

Se questa spiegazione fosse vera, si dovrebbe ammettere che l'alluminio, il quale contiene in lega il ferro, in un primo periodo sia inattivo, o non riducente, per non disturbare l'accumulo dell'ossido di ferro nel liquido: e che, in un secondo periodo, agisca da riducente, se, in realtà, si deve formare la lega ad alta percentuale sulla superficie metallica. Ovvero l'alluminio si comporterebbe prima come un metallo non ossidabile, poi come un metallo ossidabile, il quale, o piglia l'ossigeno dall'ossido di ferro e si forma un un misto di ossido idrato di alluminio e di ferro ridotto e legato: o piglia l'ossigeno dall'acqua, sviluppando idrogeno, che reagisce sull'ossido di ferro e si forma pure un misto di ossido idrato di alluminio e di ferro ridotto e legato. In ambedue i casi, difficilmente si avrebbe lo strato superficiale di un colore scuro distintissimo, perchè l'ossido idrato di alluminio, bianchissimo, attenuerebbe di molto il colorito nero di quel pochissimo ferro ridotto.

Ma, anche ammessa l'ipotesi, la lega alluminio-ferro si dovrebbe formare gradualmente, e per gradi si dovrebbe formare l'annerimento della superficie metallica, e per gradi anche dovrebbe avvenire il funzionamento della coppia.

I fatti dimostrano il contrario, perchè l'annerimento si ha ordinariamente nello spazio di due o tre giorni dopo un lunghissimo contatto e prima dell'annerimento non si ha affatto sviluppo di gas.

Oltre a ciò, non si comprende per quale ragione, facendo bollire l'acqua distillata in un recipiente di alluminio, si sciolga una quantità limitatissima di allumina, al contrario di quello che dovrebbe essere, in un'azione di coppia la quale si potrebbe formare più facilmente, per la solubilità aumentata del ferro, e potrebbe meglio funzionare per il calore.

Finalmente posso affermare, per esperienze che saranno rese di pubblica ragione tra breve, che le coppie tra metalli dello stesso segno elettrico nell'acqua non hanno importanza alcuna, o l'hanno piccolissima, sulla solubilità almeno di alcuni metalli che le compongono, o, meglio, sulla loro ossidazione e trasformazione.

Dunque, se poche probabilità vi sono in favore della formazione di una coppia alluminio-ferro, e se l'azione di questa coppia non è poi quella fino ad ora creduta, la spiegazione dei fenomeni osservati e riguardanti la trasformazione dell'alluminio, per opera dell'acqua distillata e del ferro, si deve trovare in una azione chimica-colloidale, quale è stata da me supposta e rappresentata in formule. Con cotesta supposizione ci si rende conto di tutte le tappe comprese nell'intera reazione e dello sviluppo dell'idrogeno, il quale non proviene dall'azione diretta dell'alluminio sull'acqua, ma dalla reazione colloidale testè ricordata, di cui, certo, si dovranno trovare altri esempî consimili nella vita animale e vegetale, non mai abbastanza esplorata.

Chimica — *Sul calore di formazione di composti organici d'addizione.* I. *Picrati* (1). Nota di B. L. Vanzetti, presentata dal Socio G. Ciamician.

Ai cosiddetti composti d'addizione inorganici, la cui formazione ha dato luogo in questi ultimi tempi ad interpretazioni più o meno fortunate ed eleganti (van't Hoff, Roozeboom, Werner, Abegg ed altri), si possono contrapporre i composti di addizione organici, alcuni dei quali sono perfettamente isolati e caratterizzati, mentre di altri si può segnalare l'esistenza solo per via indiretta, in causa della loro poca stabilità. I *picrati* sono tra i meglio conosciuti, e da gran tempo si trae profitto della loro formazione per caratterizzare taluni composti organici e per isolarli e purificarli. L'acido picrico forma composti d'addizione con sostanze organiche di natura assai diversa e, in certo senso, indipendentemente dal suo carattere acido. È noto infatti che l'acido picrico ed alcuni composti analoghi si combinano non solo con le basi organiche, ma anche con idrocarburi della serie aromatica e con fenoli, nei quali prevale, senza dubbio, il carattere acido. In realtà, però, si può intravvedere una tipica differenza tra i picrati delle basi e quelli degli altri composti organici, per esempio degli idrocarburi, quando si voglia attenerci al comune concetto di valenza, perchè per i primi si può supporre una combinazione mediante le due valenze disponibili dell'azoto ammoniacale — come avviene per le ammoniache, che si combinano con gli acidi veri e proprî — mentre per gli altri bisogna cercare la causa dell'unione nello sciogliersi di doppî legami del nucleo benzinico. Però la poca stabilità di tali composti si manifesta molto facilmente; si può infatti provare che essi, in generale, non sussistono in soluzione, perchè i solventi li dissociano assai profondamente, prima ancora che la diluizione raggiunga un valore molto elevato. Ciò risulta ben chiaramente dalle misure crioscopiche eseguite sui picrati d'addizione isolatamente da singoli autori, ed in particolare da quelle iniziate con sistema da G. Bruni fino al 1898 con alcuni suoi collaboratori (2) e di cui queste ricerche possono, in certo modo, considerarsi come la continuazione. Dal confronto istituito da G. Bruni tra picrati d'addizione e picrati di basi organiche risulta che non esiste, per quanto riguarda il comportamento crioscopico, un distacco netto: infatti, anche i picrati di basi deboli

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Chimica generale della R. Università di Padova, diretto dal prof. G. Bruni.

(2) Bruni e Carpenè, *Sul comportamento crioscopico dei picrati*. Gazzetta chimica italiana, XXXVIII, II, 71; ved. anche Behrend, Zeitschr. f. physik. Ch., XV, 183.

si comportano come se fossero completamente dissociati in soluzione diluita (es.: picrato di naftilamina); quelli di basi più energiche (chinoline, diidroindoli, alchilindoline) appariscono parzialmente dissociati e tanto meno, quanto più la soluzione è concentrata; e quelli di basi forti (con anelli completamente idrogenati) si mostrano scissi in piccolissima misura. Però il solo carattere di basicità non è sufficiente a spiegare il comportamento dei composti di addizione dell'acido picrico, poichè anche l'esistenza di certi doppî legami (tipo serie grassa) nelle molecole organiche può influire sulla formazione di tali composti. Sia fatta menzione dei composti aventi una catena allilica, o propenilica: mentre questi ultimi dànno di solito un picrato facilmente isolabile, cristallizzato, i primi in generale non lo dànno, almeno nelle condizioni studiate finora (1). Da ciò appare che il legame propenilico avrebbe una maggiore facilità a scindersi che non quello allilico, e ciò in accordo con le altre proprietà note di questi due tipi di sostanze (Angeli, Balbiano, ecc.). Così ad es. si trova che non dànno picrato separabile il metileugenolo, il safrolo, l'apiolo, l'apiolo d'aneto, mentre lo dànno con sicurezza i loro isomeri a catena propenilica.

Analogamente all'acido picrico, altri derivati aromatici di carattere simile, come il trinitrobenzolo, il trinitrotoluene simmetrici, formano composti, oltre che con le amine aromatiche [Hepp, Nölting e Sommerhoff (2), Kremann (3) ed altri], anche con sostanze indifferenti, come per es. i composti a catena propenilica, sopra ricordati (4).

Ma la possibilità della formazione di composti di addizione tra queste sostanze non è solo accertata dal fatto che il prodotto di combinazione si possa isolare — ciò che dipende da condizioni speciali di concentrazione, di temperatura, ecc. —, cosicchè il mancato isolamento non è criterio sufficiente a stabilire che in determinate condizioni il composto non sia capace di esistenza. Si è potuto infatti stabilire che il fenomeno della formazione di tali composti è molto più generale di quanto si fosse sospettato, ed a questa constatazione si pervenne mediante l'applicazione dell'analisi termica, determinando cioè gli equilibrî in miscele binarie, con lo studio delle curve di solubilità. Ciò permette di riconoscere l'esistenza di tali composti, anche nel caso in cui essi non si possano praticamente isolare; ed è così che si è potuto stabilire la possibilità di combinazioni tra sostanze le più diverse, ad es. tra fenoli ed amine aromatiche, tra naftalina e dinitrobenzoli, o dinitrolueni, tra biossibenzine ed aniline, ecc. (5).

(1) G. Bruni e E. Tornani, Gazz. chim. ital., XXXIV, II, 474 (1904).
(2) Ber. d. d. ch. Ges., *39*, 1906.
(3) Ber. d. d. ch. Ges., *39*, 1022.
(4) Bruni e Tornani, Gazz. chim. ital., XXXV, II, 304 (1905).
(5) Vedi le estese Memorie di Kremann e collaboratori, sull'argomento: Sitzungsber. der Wiener Akademie (Mathem. naturwiss. Kl. CXIII, II; CXIV, II; CXVI, II; CXVII, II.

Ciò che ancora non si è incominciato su larga scala per questo tipo di combinazioni è lo studio della *tonalità termica* della reazione che conduce alla formazione del composto. Lo studio accurato di questo soggetto presenta alcune difficoltà per gli errori inerenti ai metodi che sono a nostra disposizione, e per il fatto che non si può sempre disporre di quantità sufficienti di materiale, che permettano di limitare alcuni di questi errori. Un tale studio, diremo quantitativo, di queste combinazioni, si presenta interessante sotto molti aspetti, specialmente quando sia condotto con sistema ed i suoi risultati vengano messi in rapporto con quelli ottenuti finora per altre vie. È molto probabile che dal confronto degli effetti termici, che accompagnano queste reazioni, scaturisca qualche nuova relazione costitutiva, che rechi un po' di luce sulla loro natura.

Del lavoro ch'io ho eseguito in questo campo fino ad oggi, mi limito a riportare qui alcuni dati di esperienze, che si riferiscono alla reazione dell'acido picrico con la *naftalina*, con l'*isosafrolo*, l'*isoeugenolo* e l'*α-metilindolo*, per dare un'idea dell'*ordine di grandezza* al quale corrispondono le tonalità termiche di queste combinazioni. Nella parte sperimentale ò avuto a collaboratore il laureando in chimica sig. V. Gazzabin, il quale dedicò ogni sua cura alla purificazione delle sostanze ed alle determinazioni calorimetriche.

Parte sperimentale.

Abbiamo anzitutto eseguito alcune prove unendo nel calorimetro direttamente le due sostanze disciolte a parte nello stesso solvente. Per calorimetro ci servì un recipiente cilindrico di 500 cc. in ottone, che abbiamo platinato internamente e munito di un agitatore messo in azione da un motorino capace di impartirgli una velocità regolare e sufficiente a produrre una buona agitazione. Abbiamo preferito, in questa serie di esperienze, disciogliere uno dei due corpi (l'acido picrico) in una parte del solvente, nel calorimetro, e porre la soluzione dell'altro in una bolla di vetro soffiato sottilissima, immersa nella stessa soluzione picrica, lasciando riposare il tutto fino a temperatura pressochè costante. Si eseguisce poi la determinazione rompendo la bolla: la mescolanza dei due liquidi, sotto l'agitazione, è immediata. Come solventi abbiamo adoperato *alcool assoluto*, *benzolo*, *acetato etilico* ed *acetone* ed abbiamo constatato la quasi completa assenza di effetto termico. Questo era prevedibile, ammesso che i composti, che dovrebbero trarre origine, si trovano pressochè completamente dissociati in soluzione, come risulta dalle determinazioni crioscopiche.

Abbiamo poi determinato il calore di combinazione dei due componenti, facendoli arrivare *contemporaneamente allo stato puro*, e in quantità equimolecolari, in contatto col solvente e determinandone il calore di soluzione; poi veniva determinato il calore di soluzione di una corrispondente quantità

del composto già preparato a parte ed ottenuto, per quanto era possibile, allo stato puro e cristallizzato. Dalla differenza dei due calori di soluzione risulta il calore di combinazione U *del composto solido cristallino*, indipendentemente dal grado di dissociazione che il composto stesso può subire nel solvente, perchè nei due casi, essendo eguale la quantità di quest'ultimo, è eguale il grado di dissociazione raggiunto:

Acido picrico e naftalina.

a) Ac. picr. gr. 5,9, Naft. gr. 3,3, corrisp. a 0,026 gr.-mol. circa, in 380 gr. di alcool assoluto. Equiv. del sistema = 250 circa.
Abbassamento trovato dopo la soluzione = 0°,666.
Calore di soluzione molec. = — *6484* cal.

b) Picrato di naft. gr. 9,2, id. id.
Abbass. trov. = 0°,815.
Calore di soluzione molec. = — *7993* cal.

Calore di formazione del picrato di naftalina = 1450 cal.

a) Ac. picr. gr. 5,9, Naft. gr. 3,3, corrisp. a 0,026 gr.-mol. circa, in 250 alcool assol. e 95 benzolo. Equiv. sist. = 233 circa.
Abbass. trov. = 0°,604.
Calore di soluzione molec. = — *5547* cal.

b) Picrato di naft. gr. 9,2, id. id.
Abbass. trov. = 0°,717.
Calore di soluz. molec. = — *6401* cal.

Calore di formazione del picrato di naftalina = 954 cal. (1).

Acido picrico ed *isosafrolo* (2).

a) Ac. picr. gr. 4,32, Isosafr. gr. 3,06, corrisp. a 0,019 gr.-mol. circa, in 380 gr. di alcool assol. Equival. del sistema = 250 circa.
Abbassam. trovato dopo la soluzione = 0°,202.
Calore di soluzione mol. = — *2658* cal.

(1) Recentissimamente J. N. Brönsted nei suoi studî sull'affinità chimica ha applicato il metodo calorimetrico al picrato di naftalina. Dopo aver tentato l'applicazione del calcolo termodinamico allo studio dell'affinità nel processo: acido picrico crist. + naftalina crist. ⟶ picrato crist., ricorrendo al principio dell'addizionabilità delle f. e. m. ed ai dati di solubilità, determinò direttamente la tonalità termica della reazione in due modi: 1) con la misura del calore di soluzione del composto e della miscela dei componenti, in alcool addizionato di benzolo; 2) con la misura del calore svoltosi aggiungendo ad una soluzione satura alcoolica del picrato una certa quantità di miscela dei componenti. Calcolò quindi come calore mol. di formazione, un valore medio di 880 calorie. [Zeitsch f. physik. Chem. *78*, p. 284, (1912)].

(2) L'isosafrolo adoperato, proveniente dalla ditta Schimmel di Miltitz, fu rettificato

b) Picrato di isosafr. gr. 7,37, id. id.
Abbass. trov. = 0°,585.
Calore di soluzione mol. = — *7649* cal.

Calore di formazione del picrato di isosafrolo = *4990* cal. (a 18°).

a) Ac. picr. gr. 6,50, Isosafr. gr. 4,58, corrisp. a 0.0284 gr.-mol. circa, in 380 gr. di alcool ass. Equiv. del sistema = 251 circa.
Abbass. trov. = 0°,371.
Calore di soluz. mol. = — *3305* cal.

b) Picrato di isosafr. gr. 11,08, id. id.
Abbass. trov. = 0°,914.
Calore di soluz. mol. = — *8078* cal.

Calore di formazione del picrato di isosafrolo = *4773* cal. (a 18°).

a) Ac. picr. gr. 8.69, Isosafr. gr. 6,11, corrisp. a 0,038 gr.-mol. circa, in 380 di alcool assoluto. Equival. del sistema = 254 circa.
Abbass. trov. = 0°,48.
Calore di soluzione molec. = — *3222* cal.

b) Picrato di isosafr. gr. 14.80, id. id.
Abbass. trov. = 1°,088.
Calore di soluz. mol. = — *7267* cal.

Calore di formazione del picrato di isosafrolo = *4045* cal. (a 20°).

a) Come il preced. in alcool di 95 %:
Abbass. trov. = 0°,527.
Calore di soluzione mol. = — *3474* cal.

b) Id. id.
Abbass. trov. = 1°,221.
Calore di soluz. mol. = — *8044* cal.

Calore di formazione del picrato di isosafrolo = *4566* cal. (a 20°).

a) Ac. picr. gr. 4,32, Isosafr. gr. 3,06, corrisp. a 0,019 gr.-mol. circa, in 434 gr. di benzolo. Equivalente del sistema = 196 circa.

---

e venne raccolta la porzione che passa presso 253°, nei limiti di 1°. Questo prodotto però contiene, come fu dimostrato recentemente da Höring e Baum (Ber. *42*, 3076, an. 1909) i due isomeri di tipo *cis* e *trans*, in relazione al doppio legame etilenico esistente nella molecola. I due Autori trovarono infatti nell'isosafrolo ordinario una piccola quantità di un isomero (α) che bolle un po' più basso ed à minore densità. Per la separazione di questi due isomeri, la cui esistenza fu già preveduta da Eykmann nel 1889 (Ber. *22*, 2746), serve la distillazione frazionata seguita dalla preparazione dei picrati, secondo Bruni e Tornani, essendo meno stabile il picrato del composto α.

Abbass. trov. = 0°,378.

Calore di soluz. mol. = — *3903* cal.

b) Picrato di isosafr. gr. 7,38, id. id.

Abbass. trov. = 0°,744.

Calore di soluzione mol. = — *7675* cal.

Calore di formazione del picrato di isosafrolo = *3773* cal. (a 16°).

E se vogliamo fare una media, si trova per il calore di formazione del picrato di isosafrolo il valore, piuttosto rilevante, di *4430* cal. circa.

Acido picrico ed *Eugenolo.*

Sia dall'eugenolo grezzo (Merk. Kahlbaum), sia da quello rettificato nei limiti di 1°, siamo riusciti a preparare il picrato, non ostante che il composto appartenga alla serie allilica. Ottenemmo un picrato sufficientemente puro sia cristallizzandolo da soluzione alcolica, sia fondendo l'acido picrico nell'eugenolo. Esso fondeva a 64° ca. Dopo averlo sottoposto a forte compressione tra carta bibula, fu fatta anche una determinazione di azoto: gr. 0,500 di sostanza diedero cc. 50,3 di azoto a 23°,5, corrispondenti a 11,145 % (teorico 10,69). Ed ora ecco il risultato delle determinazioni calorimetriche:

a) Ac. picr. gr. 8,6, Eugenolo gr. 6,2, corrisp. a 0,038 gr.-mol. circa, in 380 gr. di alcool di 95 %. Equiv. del sistema = 250 circa.

Abbass. trovato = 0°,164.

Calore di soluzione mol. = — *1082* cal.

b) Picrato di Eugenolo gr. 14,8 id. id.

Abbass. trov. = 1°,100.

Calore di soluz. mol. = — *7223* cal.

Calore di formazione del picrato di eugenolo = *5940* cal. (a 23°).

Acido picrico ed *Isoeugenolo.*

Non abbiamo ancora ottenuto un picrato di isoeugenolo sufficientemente individualizzato, nè dall'isoeugenolo preparato da noi dall'eugenolo, nè da quello commerciale (Kahlbaum) rettificato. Ciò può dipendere dalla presenza in essi di prodotti di condensazione (polimerizzazione) Il prodotto ottenuto per fusione di acido picrico in isoeugenolo, si rapprende in una massa cristallina bruna, in piccola parte pastosa. Eseguite le determinazioni come per i precedenti, si sarebbe avuto un calore di formazione di sole 1600 cal. (a 23°).

Acido picrico ed *α-metilindolo* (1).

Il picrato fu preparato da soluzione alcolica e per fusione; l'α-metilindolo proveniva dalla fabbrica di Kahlbaum.

(1) Bruni e Carpenè, loc. cit.

a) Ac. picr. gr. 8,69, α-metilindolo gr. 4,97, corrisp. a 0,038 gr.-mol. circa, in 380 gr. di alcool di 95 %. Equival. del sistema = 252 circa.
Abbass. trovato = 0°,665.
Calore di soluz. mol. = — 4410.

b) Picrato di α-metilindolo gr. 13,66, id. id.
Abbass. trovato = 0,°979.
Calore di soluzione mol. = — 6492.

Calore di formazione del picrato α-metilindolo = 2082 cal. (a 25°,3).

Geologia. — *Il Gothlandiano in Sardegna.* Nota dell'ingegnere Michele Taricco, presentata dal Socio C. F. Parona.

Il Gothlandiano in Sardegna fu trovato dal Lamarmora con certezza in due punti lontani tra loro, e cioè a Goni, dove esso è rappresentato da scisti neri ardesiaci a *Monograptus*, e a Xea (1) Sant'Antonio presso Fluminimaggiore, rappresentato da calcari ad *Orthoceras*, a *Monograptus* ed a *Cardiola interrupta* Sow., fauna questa che, illustrata dapprima dal Meneghini, è stata ripresa in istudio dal prof. Canavari, che con magica arte è riuscito ad isolare un materiale paleontologico della più alta importanza.

Lo scrivente ha già dimostrato (2) l'esistenza del Gothlandiano in parecchi altri punti della Sardegna centrale (Gadoni in due punti, Ballao in due punti, Armungia in un punto) ove esso è rappresentato da scisti neri ardesiaci a *Monograptus* e da calcari scistosi con *Orthoceras* e crinoidi mal conservati; i calcari sono intercalati agli scisti neri o sovrapposti ad essi; per i calcari sovrapposti è opportuno di lasciare una riserva sul riferimento cronologico, consigliata dal fatto che una parte di essi nel Gerrei contiene una fauna a *Clymeniae* e *Goniatites* scoperta dal prof. Lovisato (3), la quale fa ritenere tali calcari del Devonico.

Uno dei fossili meno obliterati che raccolsi nella località più importante (Corona Mizziu, 514 m., poco ad est delle case della Miniera Su Suergiu) è parso al prof. Parona, con grande probabilità, una *Clymenia ondulata* Mstr., ciò che avvalora il riferimento al Devonico.

Scopo della presente è di rendere nota l'esistenza, in quattro nuove località dell'Iglesiente-Arborese, di tracce sicure di gothlandiano e, in una località fossilifera della Sardegna orientale media, di probabile gothlandiano.

(1) Xea (pronunciare Jéa, j francese) è nome comune che significa località pianeggiante o a leggero declivio ai piedi di rilievi montuosi a pendìo più ripido.

(2) *Osservazioni geologico-minerarie sui dintorni di Gadoni e sul Gerrei.* Boll. Soc. Geol., 1911.

(3) *Sul devoniano nel Gerrei.* Rend Accad. Lincei, vol. III, 1894, pag. 132.

Accennerò infine ad altre località per cui il riferimento si basa solo su affinità litologiche.

Lembo di Fontanamare. — A nord-est e a forse un centinaio di metri dall'abbeveratoio posto lungo la strada Iglesias-Nebida dove questa incomincia la salita di Fontanamare, fu aperta in passato una piccola cava per pietra da calce fra il detrito dell'altopiano di Campomà, le formazioni travertinose dovute agli stillicidii calcarei che da esso provengono e la panchina, che quivi si spinge a più di 30 metri d'altezza sul mare. I calcari della cava sono azzurri ceroidi con grosse venature sinuose, giallastre, limonitiche, talora rubefatte; i calcari si presentano in banchi di potenza variabile fino a circa m. 0.80, ma il loro andamento è discontinuo ed assai irregolare, come se dovuto a forti dislocazioni locali. In una testata la direzione dei banchi è circa nord-sud, con forte immersione ad est. In seguito le poche altre testate seguono una direzione est-sud-est ovest-nord-ovest, con immersione a nord e pendenza non forte, ma scompaiono ben presto, dopo uno sviluppo in direzione di un 300-400 metri, sotto il detrito di falda dell'altipiano; passano però sotto la potente panchina della spiaggia e affiorano di nuovo nella insenatura di Fontanamare in pochi resti battuti continuamente dalle acque del mare, su cui non sporgono che poco più di un metro. Tali calcari attrassero la mia attenzione per la profonda, evidentissima analogia di struttura che essi hanno con altri del Fluminese e del Gerrei e segnatamente con quelli di Ballao. La parte calcarea azzurrina presenta spesso tracce di fossili, essenzialmente orthoceratiti, di cui essa talvolta prende interamente la forma, come se la roccia fosse dovuta ad un impasto di *Orthoceras* con fanghi limonitici. Al letto di questi calcari si presentano in sottili straterelli fratturati, che per il loro sviluppo potrebbero sfuggire ad una osservazione superficiale, altri calcari più neri e cristallini, identici a quelli di Xea S. Antonio e, come questi, ricchissimi di fossili; vi trovai due *Cardiola interrupta* Sow., e numerosi *Orthoceras*; qualche anello limonitizzato di *Orthoceras* si trova persino nel poco detrito degli straterelli, con sifone e superficie interne ben conservate.

Il lembo, per la limitatissima sua apparizione, è sfuggito sinora all'osservazione di quanti si occuparono dell'altopiano di Campomà e non meriterebbe per sè stesso una speciale attenzione se, per la sua posizione, non potesse portare un po' di luce sulle formazioni che lo accompagnano. Purtroppo il detrito di falda, il travertino e la panchina a tetto, l'eocene lignitifero che vi si appoggia a letto, mascherano in buona parte il piccolo lembo di gothlandiano e rendono oscuri i suoi rapporti colle rocce sottostanti, probabilmente gli scisti ordoviciani (?) di Gonnesa, ricchi di brachiopodi nelle cave presso il paese e nella trincea a valle della stazione.

Sopra i calcari ad *Orthoceras* compaiono degli scisti nerastri o giallastri, minutamente fogliettati, più alterabili in materia polverosa degli scisti precedenti, spesso con intercalazioni di straterelli o lenticelle limonitiche, resistenti, di qualche centimetro di spessore, che sovente hanno sulla superficie

tracce organiche evidenti, non ben conservate, probabilmente di spongiari. Anche gli scisti fogliettati dànno qualche raro esemplare di un piccolo brachiopodo. Questa formazione si taglia salendo la strada per Nebida, prima di arrivare alle cosidette anageniti, che altro non sono che conglomerati scistosi costituiti o esclusivamente da scisti vinati o da scisti e ciottoli calcarei, raramente di quarzitici. In questa anagenite ho invano cercato tracce di ciottoli gothlandiani; la ricerca mi fruttò invece begli esemplari di ciottoli oolitici e ad *Archaeocyathus* del cambriano sardo superiore, fornendo così una prova sicura che le anageniti sono posteriori al cambriano della carta geologica dell'Iglesiente del 1888.

Lembo di Domusnovas. — In occasione di una gita nell'Oridda (Domusnovas) seppi dalla guida che nei dintorni di Domusnovas si erano fatte in passato inutili ricerche di carbone in una regione scistosa a un paio di chilometri ad est del paese. La notizia mi parve importante, perchè già in altri punti della Sardegna (Gadoni, Villaputzu, ecc.) il colore nerissimo degli scisti ardesiaci e dell'argilla da essi derivante aveva attratto l'attenzione dei ricercatori di miniere di carbone. Recatomi, l'anno scorso, in uno dei rari giorni liberi, a Domusnovas, ebbi la soddisfazione di accertare la presenza di piccoli lembi di calcare gothlandiano, ricco di *Orthoceras* e, in qualche punto, ricchissimo di *Monograptus* un po' obliterati, talora a idrosomi sporgenti, riferibili per le dimensioni, la forma e la densità delle teche al *M. colonus* Barr. La località trovasi in regione su Nuargi-sa Perdera; e gli affioramenti di calcare zeppo di graptoliti e di scisti neri, si iniziano immediatamente sulla sinistra del torrente che passa fra l'u e l'N di su Nuargi, nel punto frequentato dalle lavandaie del paese. Anche qui, come a Fontanamare, gli affioramenti calcarei sono sporadici e di poca apparenza sulla regione leggermente ondulata, costituita a nord, (e cioè a letto dello strato calcareo, diretto circa est-ovest, con pendenza media di 30° ed immersione a sud), di scisti più antichi e, a sud, di detriti alluvionali e di arenarie ritenute eoceniche. Immediatamente sotto i calcari stanno gli scisti neri, in cui furono eseguite le ricerche minerarie con un pozzetto ad ovest e con una trincea ed un pozzetto a qualche centinaio di metri ad est; nel loro detrito, ormai ridotto ad argilla, e in quello, più conservato, di un pozzo per abbeveratoio da poco scavato non son riuscito a trovare graptoliti.

La formazione viene a contatto, verso nord, con scisti verdastri, in cui trovai tracce tondeggianti biancastre che sembrano ricordare l'*Oldhamia* del cambriano sardo; a poche decine di metri più a nord, lungo la strada campestre, gli scisti sono ricchissimi di brachiopodi.

Dintorni di Villacidro - Valle d'Aletzi. — Nel mese di vacanze estive passate quest'anno a Villacidro, ho fatto qualche escursione nei din-

torni, interessanti per i fenomeni di mineralizzazione e di metamorfismo al contatto tra scisti e graniti, di cui ebbe già ad occuparsi il Lotti (1).

Il motivo tettonico della regione più prossima al Campidano (Tavoletta di Villacidro) è, in complesso, semplice: trattasi di una grande anticlinale di scisti metamorfici ricoprente il granito, erosa da sud a nord dalle vallette seguenti: Valle monoclinale del Leni, diruta sulla destra ove affiorano le testate dei banchi, più dolce e svasata allo sbocco nella pianura sulla sinistra, ove il pendìo segue l'inclinazione dei banchi; Valle monoclinale del Narti, come la precedente; Val Castangia, di erosione nei graniti, che arrivano a circa metà altezza sui fianchi e si distinguono per le loro pareti a picco o assai scoscese, mentre le parti superiori, occupate dagli scisti metamorfici culminanti a M. Omu (601), hanno pendenze meno sentite; Val Coxinas, splendido esempio di paesaggio granitico, a numerose cascate (Sa Spendula ecc.) cui seguono *caldaie* o marmitte erose dal torrente al piede di ciascuna: in alto le rocce metamorfiche raggiungono l'altezza di m. 859 a M. Margiani. Viene in seguito la vallata di Aletzi e sue diramazioni (Tavoletta di Gonnosfanadiga) in cui predominano le rocce scistose, a metamorfismo decrescente verso nord; le rocce eruttive sono rappresentate da dicchi di porfidi quarziferi.

Ripetute ricerche di fossili praticate sul versante est di M. Omu, ove gli scisti neri non presentano che un inizio di metamorfismo, non hanno avuto per risultato se non il ritrovamento di un esemplare a tracce dubbie argentee di graptoliti. Più fortunate furono le ricerche più a nord, nella vallata di Aletzi. Quivi, a partire dalla Dispensa Cappedda e salendo lungo la valle di Riu Acqua su Ferru, diramazione della valle Aletzi, la strada taglia continuamente scisti neri ardesiaci (e in un punto un filone di porfido quarzifero) sino al forno di calce posto alla confluenza di due vallette a nord-ovest di quota 333. A forse un 200 m. a monte del forno, lungo la valletta più a nord, agli scisti neri sono intercalati, in straterelli assottigliati, dei calcari scistosi nerastri, utilizzati pel forno a calce; hanno direzione est-ovest, pendenza di circa 45° e immersione a nord; dopo qualche ricerca vi trovai tracce sicure di *Orthoceras* (di cui uno di dimensioni vistose, quali quelle dell'*O. grande* Menegh.) e, quel che più importa, tracce sicure, deformate, di *Monograptus*. Nonostante la cattiva conservazione, che difficilmente permetterà determinazioni specifiche, non v'ha dubbio che tanto gli scisti neri, che più in alto, ad est di Genna Gruxi, mi diedero un bell'esemplare di *Monograptus*, quanto i calcari fossiliferi del forno, siano del Gothlandiano. Gli scisti neri occupano tutto il rilievo compreso fra le vallette confluenti al forno, e si sviluppano pure sul versante sud di Serra Longa. Assai meno

(1) *Feldspato nel giacimento ferrifero di S. Leone presso Cagliari*, Boll. Com. Geol. *1885. Osservazioni geologiche e minerarie sui dintorni di Villacidro*, ibid. 1898 Ref.

sviluppati sono i calcari; di essi si nota un affioramento tra G. Sili e G. Argiolas, a circa metà costa; sono compatti, scistosi; la parte scistosa, distribuita in sottili straterelli, emerge sulla parte calcarea, dando alla roccia l'identico aspetto di quelli di Piscia Quaddu (Gadoni), di M. Lapano (Teulada), di Sedda S'era (Burcei) ecc.

Gonnosfanadiga-Regione Prameri. — Uno dei punti più interessanti per la discreta conservazione dei fossili è quello trovato in regione Prameri, posta sulla strada che da Gonnosfanadiga, passando sulla sinistra di Gutturu Fenugu, sale, ridotta a sentiero, al M. Linas (m. 1236). L'ascensione fatta l'inverno scorso mi aveva dimostrato l'opportunità di fare qualche ricerca verso Domu de Prameri, ove gli scisti carboniosi ardesiaci si presentavano promettenti, tanto più che già il Lamarmora aveva trovato tracce indeterminabili di graptoliti in un punto, non chiaramente individuato, della zona. L'analogia con altre zone graptolitiche mi pareva anche più chiara per la presenza di calcari scistosi cristallini sulla sommità della salita a continui zig-zag lungo il Canale Cesa. Tornatovi quest'estate, vi trovai bel materiale sotto e a sud di Sa Guardia (m. 428), costituito da scisti neri a *Monograptus* incavati o ripieni di sostanza polverulenta, notevolmente più piccoli e meno deformati di quanti abbia visto finora in Sardegna. Tra le forme rettilinee di idrosomi ne trovai una avvolta, a tecbe non chiare, probabilmente di un *Cyrtograptus*; lo studio delle prime, che spero di completare con nuove raccolte, m'ha dato con certezza il *M. colonus* Barr. em. Pern.; un *M. priodon* Barr. var.; probabile è il *M. vomerinus* Nich.

Gli scisti graptolitici sono intercalati in una potentissima zona di scisti nodulosi e di corneane, su cui si svolge l'intera salita al M. Linas dopo il primo attto dei graniti di S. Severa.

Baunei. — Il pittoresco paesello giace ai piedi di una vistosa *falaise* di calcari mesozoici e poggia su scisti indicati complessivamente dal Lamarmora come cristallini. Lasciando da parte interessanti osservazioni che si possono fare, a partire da Lotzorai, sui rapporti fra gli scisti ed i graniti, che confermano pienamente la posteriorità dei graniti, si osserva, appena oltrepassato Baunei e prima di arrivare alle cave di cantoni di calcare oolitico (calcare la cui presenza mi sembra sfuggita al Lamarmora e al De Vecchi) che sopra gli scisti fogliettati più o meno filladici o quarzosi affiorano testate calcareo-scistose, nel cui detrito mescolato a quello abbondantissimo della *falaise* giurassica, si possono raccogliere discreti esemplari di *Orthoceras* e crinoidi che ricordano assai da vicino quelli del Gothlandiano in esame. Non avendo trovato fossili negli scisti neri ardesiaci che hanno un notevole sviluppo dal km. 19 al km 22÷23 della Nazionale per Dorgali, nè tracce di *Monograptus* o di *Cardiola* nei calcari, nè potendo per ovvie ragioni affron-

tare la determinazione degli *Orthoceras*, non ben conservati, riterrò dubbio il riferimento al Gothlandiano degli strati di Baunei; il rinvenimento ha tuttavia una certa importanza, perchè non venne finora sospettata la presenza di fossili del paleozoico medio in quella regione, segnata nelle carte come costituita di scisti cristallini.

Ciottoli del gothlandiano. — Un bellissimo ciottolo del calcare nero ad *Orthoceras* di Domusnovas trovai nel conglomerato ritenuto eocenico, che è tagliato da una trincea della strada Iglesias-Domusnovas a circa un chilometro da Domusnovas. Non trovai invece resti di gothlandiano nel ceppo di Montevecchio, anch'esso ritenuto eocenico, nel quale invece abbondano i ciottoli di calcari mesozoici, tra cui non rari quelli oolitici, che non vidi in posto se non nella Nurra ed a Baunei.

Sotto il cimitero di Villasalto, negli scisti neri, si trova qualche rara intercalazione sottile di calcare nerastro cristallino, di aspetto identico a quello di Fontanamare. In un punto della vecchia strada pel Sarrabus trovai un bellissimo pezzo ad *Orthoceras* e a *Cardiola interrupta* fra gli scisti; senonchè la sua forma tondeggiante e la sua superficie liscia lo dimostrano un ciottolo, diminuendo così il suo valore stratigrafico.

Nella potente formazione caotica costituita di grossi massi arrotondati di porfido rosso e di ciottoli più minuti di scisti e di quarziti, che si incontra all'uscita di S. Nicolò Gerrei verso Ballao e che per la sua posizione altimetrica rispetto alla valle attuale può far pensare ad un deposito glaciale o ad un fenomeno di cattura o ad una migrazione del corso del Rio Tolu, ho trovato un ciottolo di *hornfels* lidico con un *Monograptus* incavato, di due centimetri di lunghezza. A qualche chilometro da San Nicolò, verso S. Andrea Frius, analoga roccia in posto non diede tracce di fossili.

Gothlandiano incerto. — Alla miniera S'Acqua Bona (Fluminimaggiore) gli scisti neri compaiono nei lavori minerarî lungo la destra del torrente fin dove questa si biforca presso C. Puddu 182. Quivi sugli scisti neri si appoggiano calcari scistosi, già utilizzati come pietra da calce; essi non sono segnati sulla Carta geologica dell'Iglesiente.

A Monte Lapano (Teulada) compare una potente formazione di calcari saccaroidi che si appoggia a sud-est, nella valle di Porto Pirastu, alla vasta zona granitica più meridionale della Sardegna. Al contatto si osservano i più caratteristici minerali delle mutue azioni tra le due rocce: granati, anfiboli, pirosseni, clorite, magnetite. A tetto di vecchi lavori minerarî per magnetite è interessante la presenza di calcari saccaroidi con sottili intercalazioni scistose, che più vicino al contatto si risolvono in istiaterelli regolari di granato biancastro o di un silicato a minuti prismetti verdi; l'aspetto d'insieme di tali calcari ricorda perfettamente quello dei calcari di Gadoni.

A circa 1500 m. ad est di P. Serpeddi (1069), e a circa 300 m. a sud di Ovile Musui, si trova una ristretta area di calcari scistosi fogliettati, identici a quelli di Gadoni, in parte erosi e sostituiti da solfuri metallici parzialmente ossidati.

Alla base occidentale del rilievo isolato di Monreale (Sardara) trovansi scisti nerissimi, che spesso presentano sulla superficie di stratificazione delle tracce lineari irregolarmente dirette. Interpreto tali tracce come graptolitiche e la zona come resto dell'unione tra il gothlandiano del sud-ovest della Sardegna con quello del Gerrei-Barbagia.

Scisti nodulosi, (Knoten, Fleckenschiefer) e scisti a chiastolite. — Già il Lotti (1885), dal paragone tra gli scisti neri pigmentati, passanti a scisti chiastolitici di Villacidro, e quelli dell'Elba, fu indotto a ritenere del siluriano superiore gli scisti di Villacidro. Le analogie degli scisti di M. Fabrello che ho avuto occasione di vedere in una gita all'Elba, con quelli non solo di Villacidro, ma di Gonnosfanadiga, di Meana Sardo, di Baunei (S. Lussurgiu e km. 12 della Nazionale), di Teulada (M. Lapano), di Monte Narba (San Vito), sembrano giustificare l'estensione del riferimento al Gothlandiano di tutti questi scisti, tanto più che in ognuna delle località si hanno, più o meno chiaramente collegati, dei calcari gothlandiani o con verosimiglianza tali. Quest'ultima condizione di cose manca, o non fu da me osservata, per gli analoghi scisti di Ingurtosu (Arbus) descritti dal Riva, e per quelli dei dintorni di Donori. Per il gruppo di Villacidro-Gonnosfanadiga i *Monograptus* di Aletzi e di Sa Guardia sono la più eloquente dimostrazione che l'induzione del Lotti era pienamente giustificata.

Concludendo, il Gothlandiano si presenta in numerosi punti della Sardegna meridionale, e fra i piani del paleozoico sardo è quello che mi pare avere un contenuto paleontologico e litologico più caratteristico. Se ad esso vanno ascritti gli scisti neri ardesiaci e quelli nodulosi e a chiastolite che son derivati dai primi per metamorfismo prodotto da rocce eruttive, la sua importanza cresce per la notevole area che viene ad occupare.

Il Gothlandiano sardo pare abbia con quello delle Alpi Carniche, che i proff. Gortani e Vinassa de Regny vanno rilevando, qualche analogia che potrà essere lumeggiata con studî più dettagliati in Sardegna.

Patologia vegetale. — *Su l'inquinamento del terreno con sostanze nocive prodotte dai funghi parassiti delle piante.* Nota di E. Pantanelli, presentata dal Socio G. Cuboni.

Loew (1910-1911) si è occupato della produzione di acido butirrico e di altre sostanze dannose alle radici delle piante da parte di batteri anaerobii che inquinano certi terreni poco aereati; Greig-Smith (1910-1912) ha dimostrato la presenza di sostanze nocive in determinati terreni, indicandole come *batteriotossine*; la tossicità delle acque che scolano da terreni torbosi è stata posta in luce da Dachnowski (1908-1912); infine Schreiner, Sullivan, Reed e Shorey (1909-1912) hanno dimostrato la frequenza di una quantità di sostanze organiche nocive nel terreno agrario. Non mi consta però che sia ancora studiata la questione, se i funghi che attaccano le parti sotterranee delle piante in condizioni naturali di parassitismo possano secernere in vita sostanze dannose alle piante in quantità tale che diffondendo nel terreno lo inquinino fino ad una certa distanza dalla parte attaccata, o lascino queste sostanze nella parte colpita anche dopo la morte, in modo che il terreno resti inquinato per un certo tempo.

Le prime esperienze in proposito furono fatte nel 1910 nel seguente modo:

Foglie di frumento invase da *Septoria graminum* furono tagliuzzate, inumidite col doppio peso di fenolo all' 1 % e lasciate macerare per 24 ore a 25°; il materiale fu poi spremuto attraverso una fitta tela e il liquido limpido, brunastro, che non conteneva conidii di *Septoria*, fu in parte riscaldato in bagnomaria bollente per 5', in parte scosso con egual peso di terra argilloso-silicea e poi separato per centrifugazione, in parte adoperato crudo. Questi preparati furono filtrati per porcellana e fatti agire sopra cariossidi di frumento sterilizzate esternamente con solfato di rame al 5 % e poi rigonfiate in acqua sterile e poste a germinare su carta bibula in grandi scatole di Koch sterili. Ad ogni 100 cariossidi furono aggiunti 10 cc. di liquido in prova. Dopo 9 giorni a 20° il frumento era germinato nelle seguenti proporzioni:

Controllo (acqua)	96 %
Infuso crudo	76 »
» riscaldato	88 »
» scosse con terra	96 »

Il liquido crudo fu più dannoso dell' infuso riscaldato; la terra asportò totalmente le sostanze nocive.

In un'altra prova la terra stata a contatto con l'infuso crudo fu a sua volta estratta con egual volume di acqua distillata. In ogni cultura furono aggiunti 25 cc. di liquido a 250 cariossidi. Dopo 5 giorni a 20° contammo le seguenti percentuali (1).

	Lunghezza delle plumule				Totale	Non
	più di 15 mm.	5-15 mm.	2-5 mm.	1-2 mm.	germinate	germinate
Controllo	0	74,3	20,0	0	94,3	5,7
Infuso crudo	0	3,1	0,8	26,2	30,1	69,9
» riscaldato	0	0	0	35,7	35,7	64,3
» scosso con terra .	71,5	4,0	4,0	0	79,5	20,5
Estratto di terra impregnata	0	17,5	0	6,3	23,8	76,2

L'infuso crudo fu più dannoso dell'infuso riscaldato; *la terra asportò in prima istanza quasi completamente le sostanze nocive, ma poi ne cedette di nuovo una gran parte all'acqua pura.*

In una terza esperienza fu aggiunto un controllo anche per la terra. Dopo 8 giorni a 20°:

	Lunghezza delle plumule			Totale	Non
	più di 15 mm.	5-15 mm.	1-5 mm.	germinate	germinate
Controllo	90,5	5,9	0,4	96,8	3,2
Infuso crudo	7,2	62,3	21,0	90,5	9,5
» riscaldato	40,9	45,9	9,5	95,3	4,7
» scosso con terra . . .	22,4	54,5	17,4	94,3	5,7
Estratto di terra impregnata .	85,0	9,9	0,6	95,5	4,5
» » non impregnata	47,5	20,2	29,4	97,1	2,9

Il resultato, conforme del resto al precedente, fu questa volta molto netto. Che la terra adoperata per se stessa non fosse inquinata, è mostrato dal controllo. Altre considerazioni, p. es. sul cambiamento profondo di composizione che l'infuso subiva a contatto del terreno, rimando a più estesa comunicazione.

Esperienze del tutto analoghe furono nel 1910 eseguite con piante di melone invase al colletto da *Fusarium niveum* e con senape bianca invasa da una forma di *Pleospora*. I resultati furono sempre concordi, almeno nel riguardo qualitativo. Col materiale di senape fu anche tentata una separazione delle sostanze velenose, precipitando l'infuso con alcool fino al tenore del 30 e del 45 %.

I precipitati (*a* e *b*) furono raccolti e lavati subito con alcool al 30 o al 45 %, indi spappolati in acqua sterile, portandoli ad $^1/_4$ del volume del-

(1) Durante le manipolazioni di sterilizzazione e lavaggio qualche seme sfugge; le percentuali sono quindi calcolate in base ai semi realmente esistenti nella cultura.

l'infuso primitivo. In una sola esperienza su cinque si riuscì ad evitare inquinamenti batterici:

	Lunghezza delle plumule			Totale	Non
	più di 15 mm.	5-15 mm.	1-5 mm.	germinati	germinati
Controllo	52,7	19,4	10.4	82,5	17.5
Infuso crudo	0	0	34,6	34,6	65,4
» riscaldato	24,8	15,9	12,9	53,6	46,4
» scosso con terra	0	10	34,9	44,9	56,1
Estratto di terra impregnata	11,5	14,6	30,8	56,9	43,1
Preparato *a* crudo	0	20,0	10,6	30,6	69.4
» riscaldato	0	30,0	11,6	41,6	58,4
» scosso con terra	0	35,6	12,7	48,3	51,7
Estratto di terra impregnata con *a*	20,8	13,4	12,7	56,9	43,1
Preparato *b* crudo	0	12,5	24,8	37,3	62,7
» » riscaldato	0	18,9	30,2	49,1	50,9

Il precipitato alcoolico dell'infuso sembrerebbe anche più dannoso dell'infuso stesso, anche precipitando con così poco alcool, che a fatica le albumine native dovrebbero precipitare. Bisogna però considerare che le sostanze nocive precipitate dall'alcool erano concentrate in un volume quattro volte minore del primitivo.

La prova fu ripetuta con lo stesso materiale, già molto guasto, di senape invasa dal fungillo, ma i semi furono posti a germinare in sabbia quarzosa sterile, anzichè su carta bibula. I liquidi tossici furono uniformemente distribuiti con un polverizzatore sterilizzato. Oltre che con alcool al 45 %, l'infuso tossico fu precipitato con ammoniaca, fosfato ammonico e cloruro calcico; il fosfato tricalcico doveva trarre seco le materie colloidi, almeno in parte (Cohnheim). I precipitati dopo lavatura furono spappolati in acqua e tutti i liquidi filtrati per porcellana. In ogni scatola, con 200 semi e $^1/_2$ kg di sabbia, se ne posero 50 cc. + 50 cc. di acqua, due giorni dopo la semina. Passati 10 giorni, si contarono:

	Seminati	Germinati	Non germinati
Controllo	200	162	38
Infuso crudo	»	0	200
» riscaldato	»	2	198
Precipitato alcoolico	»	10	190
» con $Ca_3(PO_4)_2$	»	30	170
Infuso scosso con terra	»	100	100
Estratto di terra impregnata	»	103	97
» » non impregnata	»	165	35

In questo caso la terra argillosa spogliò notevolmente l'infuso della sua tossicità, ma cedette al solito all'acqua pura gran parte delle sostanze no-

cive. La tossicità fu quasi eguale per l'infuso crudo e riscaldato; i suoi componenti colloidali ebbero una notevole azione tossica, minore però rispetto al l'esperienza precedente. Il materiale di partenza era, come si disse, più guasto.

Esperienze analoghe furono ripetute nel 1911 adoperando la regione del colletto di fave colpite da *Selerotinia Libertiana*, di medica colpita da *Fusarium incarnatum*. I resultati essendo concordi, era dimostrata la possibilità *che la terra, specialmente se contiene materiali argillosi, s'impregni di prodotti velenosi provenienti dalla decomposizione di organi vegetali infetti da parassiti fungini.*

A queste esperienze si può obbiettare, che adoperando gli interi organi infetti non si sa se le sostanze velenose provengano dal fungo o dalle cellule dell'ospite (1). In un secondo stadio della ricerca si ricorse quindi a culture pure, nel 1911 di *Sclerotinia Libertiana*, nel 1912 di *Fusarium incarnatum*, secondo la metodica da noi consigliata al dott. Bruschi (loc. cit.), la quale permette di separare le sostanze contenute nel micelio vivente da quelle che con l'invecchiare della cultura si accumulano nel substrato.

La *Sclerotinia Libertiana*, allevata in grandi culture con 500 cc. di gelatina nutritizia (2), la fluidifica totalmente in circa 3 mesi a 15-20°. Il liquido culturale (gelatina fluidificata) ha allora reazione nettamente alcalina, è limpido, bruno-nerastro, di odore aminico assai spiccato, ed ha una composizione così poco favorevole allo sviluppo dei batterii, che lasciato scoperto non s'inquina prima di una settimana. Comincia a precipitare quando l'alcool supera il 60 %. Il grosso micelio niveo, senza conidii di alcuna sorta, contiene allora poche cellule vive, a parete fortemente spessita. Il metodo di esperienza fu il solito; tanto il succo miceliare come il liquido culturale furono esattamente neutralizzati con H_2SO_4 $^1/_{10}$ normale. I liquidi così preparati furono aggiunti a culture in pozzolana o terra sterile, già umida, entro grandi scatole di Koch, come già avevo proceduto per la senape. In due settimane si ebbe:

	Liquido aggiunto	Substrato	Erba medica		Trifoglio pratense	
			Seminati	Germinati	Seminati	Germinati
A.	100 cc. acqua	pozzolana	250	138	250	197
B.	50 » » + 50 cc. succo micel. neutr.	»	»	135	»	126
C.	» » » + » liq. cultur. neutr. crudo	»	»	146	»	21
D.	» » » + » liq. cultur. neutr. riscaldato . .	»	»	110	»	75
E.	» » » + » preparato all' alcool (65 %) . .	»	»	136	»	53
F.	» » » + » liq. cultur. neutr. crudo	terra arg. sil.	»	140	»	152
G.	» » » + » liq. cultur. neutr. crudo	»	»	142	»	205

(1) Cfr. le considerazioni in proposito di Bruschi, questi Rendiconti, 1912, I sem., pag. 225-227.

(2) Estratto all'1 % di fusti di fava 1 litro; nitrato ammonico 10 gr.; fosfato monopotassico 5 gr.; solfato magnesiaco 5 gr.; glucosio 20 gr.; gelatina 100 gr.

Per il trifoglio l'esperienza mostrò chiaramente che: *il liquido culturale crudo era molto più nocivo del succo miceliare* (micelio già vecchio), *perdeva già in parte la sua tossicità col riscaldamento. i suoi componenti insolubili al 60 % erano tossici, la pozzolana con le sue grossolane particelle cristalline non assorbiva le sostanze velenose, mentre il terreno le tratteneva in gran parte in forma non accessibile alle radici.* Queste avevano le punte vizze, imbrunite o totalmente disfatte nelle culture *C*, *D*, *E*, senza aver potuto superare i 2-3 mm. di lunghezza, in *F* si erano bene sviluppate se il seme era sviluppato profondamente, mentre le superficiali erano vizze ed imbrunite; ciò prova che le materie velenose erano state trattenute dal primo strato di terra.

La medica pare invece che fosse stimolata da qualche sostanza contenuta nel liquido culturale crudo, così che solo il liquido riscaldato depresse e non molto la germinazione. Però le radici dei primi semi germinati erano arrestate nello sviluppo con punte imbrunite o morte nelle culture *C*, *D*, ed *E*, le radici dei semi germinati per ultimo erano invece sane; ciò prova che le materie dannose già si erano alterate. La medica dovette quindi la sua salvezza anche alla più lenta germinazione.

Preparati tossici di *Scl. Libertiana* furono fatti agire anche su pianticelle di un mese di ceci (*Cicer arietinum*) e lenti (*Lens esculenta*) allevate in pozzolana sterile. Il succo miceliare non produsse alterazioni; il liquido culturale crudo, neutralizzato, produsse regolarmente la morte dell'intera pianta dalla sera alla mattina, il liquido culturale riscaldato a 100° produsse eguale effetto in 2-3 giorni.

Agronomia. — *Sul comportamento dei semi delle piante spontanee nel terreno e sulla scarsa efficacia dei lavori del suolo per provocare la distruzione delle erbe infestanti.* Nota di O. Munerati, presentata dal Socio R. Pirotta.

Uno dei problemi che più preoccupano coloro che tendono a rendere più intensiva l'industria dei campi, è certo quello della lotta contro le erbe infestanti. Generale è, infatti, la constatazione che dalle profonde e frequenti arature del suolo e dalle lauteconcimazioni traggono rigoglio e incremento non solo le piante coltivate, ma ancora, e spesso più, le piante spontanee.

Dato che le lavorazioni in genere e le lavorazioni superficiali in ispecie sono state sempre considerate dagli agronomi come uno dei mezzi più efficaci e fondamentali nella lotta contro le piante infeste, e osservando d'altra parte come, ad esempio, nella Bassa Valle del Po, dove da tempo remoto è consuetudinaria la rottura delle stoppie con aratura superficiale e dove la terra

si ara e si riara poi persino 4-5 volte nel periodo estivo-autunnale, l'agricoltore si dibatta costantemente in mezzo alle più gravi difficoltà, mi ponevo alcuni anni addietro il quesito se i lavori, sia pure frequenti, del suolo, esercitino davvero un'azione efficente anche ai riflessi della distruzione delle cattive erbe che si propagano per seme, nel senso che essi affrettino effettivamente o comunque favoriscano la germinazione delle sementi trovantisi nello strato coltivabile.

Riprendendo ed allargando le indagini di Nobbe (1), di Haenlein (2), di Schribaux (3), già dal 1903 io mi ripromettevo di affrontare appunto tutto il vasto problema delle malerbe della fertile Bassa Valle Padana, studiando il comportamento delle specie più infeste in diverse condizioni di ambiente, in laboratorio e in pieno campo; permanenza in superficie e in profondo dello strato coltivabile; passaggio attraverso il tubo digerente degli animali domestici; permanenza più o meno prolungata nei colaticci e nello stallatico, ecc.: con raffronti, per una medesima specie, fra semi di diversa età e con trattamenti diversi.

Di alcune mie osservazioni ebbi anche l'onore di riferire alla R. Accademia dei Lincei (4), e in questa Nota limito la esposizione a considerare soprattutto la conservazione della vitalità delle sementi in rapporto alle lavorazioni superficiali e profonde del terreno.

* * *

L'età del seme delle piante infeste in riferimento alla conservazione delle specie. — Il fattore « età » ha una indubbia grande importanza, nei riguardi del comportamento dei semi delle piante infestanti e della conservazione della loro vitalità. I semi nella maggior parte delle specie si rendono tanto più pronti a germinare (sino a un dato limite, si comprende) quanto maggior tempo è intercorso tra il momento della loro maturanza (e conseguente naturale caduta al suolo) e il momento in cui se ne vuole determinare la facoltà germinativa.

(1) Die Resistenz von Samen gegen die äusseren Factorèn der Keimung. *Die Landw. Versuchs Stationen*, anno 1877.

(2) *Ueber die Keimkraft von Unkrautsamen*, c. s., anno 1880.

(3) *Bulletin de la Société nationale d'agriculture, Journal d'agriculture pratique*, annate varie.

Nell'ultimo periodo si occuparono della stessa questione: il Gola (*Annali dell'Accademia Reale delle Scienze di Torino*, ecc.); il Kraus (*Fühlings Landw. Zeitung* e *Arb. der D. L. G.*); il Petersen (*Deut. Landw. Presse*); il Kling (*Die landw. Versuchs.*); il Gumbel (*Landw Jahrbücher*); ecc.

(4) *La vitalità dei semi nel terreno e il suo rapporto col grado di infestività delle specie spontanee. La distruzione dei semi delle piante infeste per parte degli animali domestici. L'azione efficente dell'apparato masticatore nella distruzione dei semi da parte degli animali domestici. Sulla presunta perpetuazione delle specie infeste attraverso lo stallatico* (Rendiconti, volumi XIX e XX).

Ecco le cifre medie di numerosissime osservazioni sulle principali erbe infeste della Bassa Valle del Po, da me compiute nel decennio 1903-1912:

	Nello spazio di un mese germinarono		
	Semi dell'annata	Semi di un anno	Semi di 2 o 3 anni
Avena fatua L, semi grossi . . .	12 %	80 %	92 %
Avena fatua L, semi piccoli . . .	4 »	42 »	55 »
Lathyrus Aphaca L.	3 »	18 »	40 »
Vicia hirta Balb.	12 »	35 »	60 »
Vicia segetalis Thuill.	9 »	40 »	55 »
Rumex Crispus L.	2 »	20 »	40 »
Rapistrum rugosum (L.) *All.* . . .	0 »	3 »	4 »
Myagrum perfoliatum L.	3 »	8 »	12 »
Sinapis arvensis L.	10 »	60 »	70 »

I semi dell'annata si intendono messi in germinatoio appena raccolti. I semi che non figurano germinati si conservano più o meno integri e completamente vitali, continuando a germinare successivamente e saltuariamente per un lungo periodo di tempo. Le cifre esposte subiscono variazioni anche secondo le annate, il grado di maturanza dei semi, ecc.

Vi sono, in ogni caso, dei semi che si mantengono ingerminabili anche se di due o più anni, e il cui comportamento offre davvero il più grande interesse dal punto di vista biologico. In generale si può affermare che *quanto meno rapidamente un seme diviene capace di germinare, tanto più elevato è il grado di infestività della specie.*

* * *

Il diverso comportamento dei semi in germinatoio e in pieno campo. — Le variazioni più o meno sensibili o brusche di calore e di umidità agiscono diversamente sul comportamento dei semi delle diverse specie infeste, ed anche il fattore *luminosità* ha, per molti semi, una riconosciuta influenza.

Le variazioni dell'umidità sono però quelle che hanno il maggior valore nel preparare le condizioni che favoriscono, o meno, la germinazione dei semi delle piante infeste. Ciò apparve nettamente in una serie di ricerche di cui già mi occupai col dott. T. V. Zapparoli in una prima Nota (1) e delle quali pubblicheremo prossimamente un particolareggiato rapporto. Come cifre medie per sementi dell'annata possono valere le seguenti:

(1) Malpighia, 1912.

	In sei mesi germinarono:	
	In sabbia costantemente umida	In sabbia alternativamente umida e secca
Avena fatua L., semi grossi	35 %	75 %
Avena fatua L., semi piccoli	15 »	60 »
Vicia segetalis Thuill.	25 »	28 »
Vicia hirta Balb.	32 »	33 »
Lathyrus Aphaca L.	18 »	22 »
Rapistrum rugosum (L.) All.	2 »	15 »
Myagrum perfoliatum L.	—	10 »
Rumex crispus L.	1 »	45 »
Capsella Bursa-pastoris Moench . . .	3 »	65 »
Papaver Rhoeas L.	2 »	50 »
Eruca sativa Lamk.	10 »	25 »
Sinapis arvensis L.	5 »	30 »
Sorghum halepense Pers.	?	3 »
Cuscuta epithymum L.	10 »	12 »
Salvia pratensis L.	2 »	30 »

Mentre i semi delle leguminose infeste, in genere, non mostrano di trarre profitto da una variazione di umidità (1) ed altre sementi rimangono indifferenti, altri semi invece, quali l'*Avena fatua*, la *Capsella bursa pastoris*, il *Rumex crispus*, la *Salvia pratensis*, ecc., trovano, in un'alternanza di umidità e siccità, un forte stimolo a germinare.

Ne consegue come sia fallace di giudicare del comportamento di un seme nel suo *habitat* naturale dal modo col quale il seme stesso reagisce in germinatoio.

* * *

Il comportamento dei semi delle piante infeste nello strato più superficiale del suolo. — Ai molti dati da me già pubblicati dal 1903 in poi, credo opportuno di aggiungere i seguenti, che si riferiscono a una serie di prove iniziate nell'estate 1910. Nel luglio-agosto di quell'anno, a norma della loro naturale maturanza sulle piante, ponevo 1000 semi di ciascuna delle specie più infeste della Vallata Padana in altrettante parcelline, con esperienza in doppio e a parcelle alterne, ricoprendo poi le sementi stesse con un paio di centimetri di terra. I semi di detto gruppo furono lasciati alla

(1) Le nostre osservazioni ci hanno portato *costantemente* alla medesima conclusione, mentre risultanze diverse avrebbe avuto, ad es., il Gola (memorie citate). Potemmo inoltre notare che quanto più un seme di leguminosa infesta è maturo, tanto più esso rimane indifferente alle variazioni di umidità.

mercè delle condizioni naturali, mentre un gruppo di parcelle simili fu sottoposto a periodici innaffiamenti.

Non molto diversamente si comportarono, in processo di tempo, i semi dei due aggruppamenti, *lo che conferma come anche in annate a pioggie frequenti estive le sementi non nascano molto di più di quello che accada in annate asciutte.* Per brevità riporto le sole cifre risguardanti il gruppo delle parcelline lasciate sotto la influenza delle condizioni naturali:

	In pieno campo per mille successivamente germinarono:								
	Avena fatua (semi grossi)	*Avena fatua* (semi piccoli)	*Vicia hirta*	*Vicia segetalis*	*Lathyrus Aphaca*	*Rapistrum rugosum*	*Myagrum perfoliatum*	*Galium Aparine*	*Sorghum halepense*
Nell'anno 1910:									
durante agosto	—	—	—	57	—	—	—	—	—
» settembre	22	—	192	208	24	1	—	—	—
» ottobre	60	22	86	49	14	2	—	—	—
» novembre	196 (1)	6	168	171	32	5	6	—	—
» dicembre	2	—	26	17	6	—	—	—	—
Nell'anno 1911:									
durante marzo	4	4	10	4	6	12	20	10	—
» aprile	6	10	44	41	16	198 (5)	234 (6)	34	—
» giugno	—	—	30	42	2	—	—	—	58
» settembre	—	—	—	—	—	—	—	—	37
» ottobre	188 (2)	20	88	50	92	—	—	—	—
Nell'anno 1912:									
durante gennaio	44	16	120	52	282 (4)	—	—	—	—
» febbraio	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» maggio	18	8	10	5	—	—	—	—	29
» giugno	—	7	13	8	—	—	—	—	—
» luglio	15	12	16	21	41	—	—	—	—
» settembre	—	9	54	45	—	163	126	42	—
» ottobre	4	332 (3)	10	3	20	—	—	—	—
Germinati in 27 mesi	557	446	867	733	531	381	386	86	124

(1) Nati quasi tutti assieme (piantine estirpate: 157 il 2 novembre, e 42 il 15 novembre); quindi quasi un anno di sosta.
(2) Quasi insieme: 188 piantine estirpate il 15 ottobre.
(3) Piantine 151 estirpate il 13 aprile, e 47 il 30 aprile.
(4) Spuntate quasi tutte assieme ed estirpate il 13 aprile.
(5) Estirpate il 7 gennaio, dopo essere spuntate contemporaneamente.
(6) Tutte assieme il 3 ottobre!

Si tratta dunque di un getto talora continuo, talora intermittente, talora debole, talora abbondantissimo, di piantine uscenti da sementi rimaste fino a un dato momento allo stato di quiescenza, pur nelle condizioni più favorevoli per germinare. Due anni dopo il collocamento dei semi nelle singole parcelline, facevo una fotografia delle piccole piante spuntate negli stessi giorni dal suolo; tre mesi dopo, infine le parcelle portanti semi piccoli di avena fatua si coprivano di numerosissime piantine, nate, quasi per tacito accordo, tutte assieme (oltre il 30 per cento) dopo ventisette mesi!

Il comportamento delle sementi di una medesima specie è però, come dissi già per incidenza, molto diverso da annata ad annata: ad esempio la stessa *Avena fatua* del 1910 si conservò, sia in profondo, sia in superficie, assai meglio di quella del 1911.

***

I lavori profondi del suolo e la nascita dei semi delle piante infeste. — È generale il convincimento che i semi, cacciati in profondo dall'aratro, possano conservare la loro vitalità indefinitamente. Una serie di osservazioni, che ho in corso col dottor T. V. Zapparoli, mi permetterebbe di concludere che, *almeno nelle terre sottoposte a periodiche lavorazioni*, le sementi, anche alla profondità di 35-45 centimetri (profondità normale d'aratura per i lavori di rinnovo), troverebbero condizioni egualmente favorevoli per germinare come se fossero in superficie: che se gli stessi semi non germinano, ciò significa che, con ogni probabilità, non germinerebbero neppure se si trovassero nello strato più superficiale del suolo. Sarebbe inutile di aggiungere che nelle nostre indagini noi abbiamo fatto, come facciamo, astrazione da quei semi che vanno, per alluvioni o interrimenti artificiali, a trovarsi molto più in profondo, oppure ad essere serrati in qualche modo nelle zolle sepolte.

Aereazione, umidità e calore non mancano a 40-50 centimetri dal livello di un terreno *coltivabile*, nè ai coefficienti *luminosità*, *influenza dei geli* e *compressione dello strato soprastante* può attribuirsi, in linea generica, un grande e sostanziale valore. D'altra parte, se la profondità di 40-50 centimetri bastasse a mettere la semente in condizione di non poter germinare, non si potrebbe spiegare perchè nelle condizioni medesime non giungessero a conservarsi anche le sementi delle comuni piante coltivate; e se le sementi non potessero germinare soltanto perchè in profondo, la germinazione loro dovrebbe tosto aver luogo non appena esse fossero portate in superficie, mentre moltissimi semi, portati dagli strati più profondi a quelli superficiali, possono quivi conservarsi lungamente ancora ingerminabili, come è nettamente risultato anche dalle prolungate nostre osservazioni.

Conclusioni.

Risulta confermato:

a) che i lavori superficiali (compresi quelli che si compiono d'estate dopo il frumento) non hanno che un valore limitatissimo come mezzo di

lotta contro le cattive erbe che si propagano per seme: 1°) perchè moltissimi semi rimangono ingerminabili anche se in superficie ed anche se periodicamente sottoposti a pioggerelle che tengano il terreno costantemente o intermittentemente inumidito; 2°) perchè le sementi, che sono pronte a germinare, nascono egualmente bene anche se sospinte in profondo dall'aratro;

b) che i frequentissimi capovolgimenti dello strato coltivabile hanno, allo stesso modo e per le stesse ragioni, scarsa efficacia, lo che giustifica come pure nelle plaghe dove le lavorazioni del terreno costituiscono il caposaldo della moderna agricoltura, il problema della lotta contro le piante infeste che si propagano per seme, non abbia cessato di essere sempre eccezionalmente grave;

c) che la pratica d'impedire alle malerbe di maturare e far cadere a terra le loro sementi non deve andare già considerata come *uno dei molteplici mezzi* per infrenare la propagazione delle specie più infeste, ma bensì come *l'unico importante, sicuro, efficiente* e, senza dubbio, ancora *il più economico.*

E. M.